Funciones Vitales

Semana 2

Presentación

Con este material vamos a empezar a estudiar la biología de los organismos multicelulares (aquellos que, como nosotros, estamos formados por _____________ células). El curso de Biología 2, que hoy comenzamos, consta de 3 bloques:

- En el bloque 1 empezaremos estudiando algunas funciones vitales de los seres vivos como (nutrición, Intercambio de gases, Transporte, excreción, regulación).
- En el bloque 2 continuaremos con la reproducción y en el bloque 3 aprenderás sobre genética y la Evolución de las especies.

Vamos a estudiar el curso de Biología 2 bajo el enfoque de competencias, es decir, tratando de que cada estudiante logre **“la combinación integrada de conocimientos, habilidades y actitudes conducentes a un desempeño adecuado y oportuno en diversos contextos”** [1]

Para ello, seleccionaremos algunas competencias genéricas y/o disciplinarias de las ciencias experimentales, plantearemos una serie de problemas situados y usaremos varias técnicas didácticas para desarrollar estos tópicos con materiales de autoaprendizaje diseñados y escritos con diversas estrategias de instrucción, los cuales debes de leer, contestar, releer y realizar las actividades solicitadas.

Siempre que sea posible se indicará cuáles competencias se están ejercitando. Por ejemplo para señalar la competencia genérica de Educación Media Superior 4c: **Identifica las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas** usaremos las siglas **CG4c.** En el caso de las competencias disciplinares de las ciencias experimentales, usaremos las siglas **CD.**

CG4c. Responde, ¿qué es lo que vas a hacer con el material de autoaprendizaje?_______, ____________, ______________ y _________________________. (1)

1 **Manual de Educación en Salud basada en Competencias**, *OPS-OMS*, 2001

Es importante que comprendas que todo lo que sabes, lo has aprendido tú y nada más que Tú. El aprendizaje es **personalísimo**, nadie te puede sustituir.

De ahí que tú debas de leer comprensivamente el material, contestar sin falta cada pregunta y hacer todas las actividades solicitadas. Date permiso para equivocarte, nadie es perfecto, ni es posible aprender de adeveras sin apoyarse en los errores. Al terminar cada sección del material, puedes discutir con tu compañero de banca tus respuestas, para evaluar su acierto. En caso de dudas, LEE DE NUEVO desde el título anterior. Con frecuencia encontrarás pistas en el párrafo siguiente. Si no resuelves el problema, llama a tu maestro -ese es su trabajo-.

Aprender no siempre es fácil, pero tampoco es excesivamente difícil, sólo hay que pagar el precio:

Estudiar en serio con la técnica adecuada.

Los materiales con los que trabajarás están diseñados para tratar que tu aprendizaje sea más fácil, pero no de “a mentiritas”, sino verdadero; ya que aunque en el futuro no estudies una licenciatura de biología -al salir del bachillerato- de todos modos obtendrás conocimientos y habilidades útiles para ti y todos nosotros. A todos nos conviene que te conviertas en una **Persona** *valiosa y competente*. Por ello es necesaria tu participación voluntaria y honesta.

Recuerda, cualquier estrategia de enseñanza-aprendizaje es útil, pero su éxito depende casi sólo de Ti.

¡LA DECISIÓN ES TUYA!

Materiales

Es necesario que siempre tengas a la mano:

- 6 lápices de colores.
- 3 resaltadores (amarillo, naranja y verde).
- Tu Cuaderno de evidencias de Trabajo (CET)

Objetivos

Al terminar de trabajar con este material debes ser capaz de:

- **Definir** y describir las funciones vitales: **Nutrición, Intercambio gaseoso, Transporte, Excreción y Regulación** en los organismos multi y pluricelulares (reinos *Fungi, Plantae y Animalia*).

- **Clasificar** las variantes principales de cada función vital en los diferentes reinos multi y pluricelulares.
- **Conocer** las principales fases, procesos y sustancias implicadas en cada función vital.
- **Reconocer** las estructuras implicadas en las principales funciones vitales en cada uno de los 3 Reinos multi y pluricelulares
- **Reconocer** la importancia de cada función vital para existencia de dichos organismos.

Introducción

Los organismos pluricelulares al igual que los unicelulares necesitan llevar a cabo ciertas funciones para vivir. En este bloque no vamos a estudiar todas las funciones necesarias, sino sólo algunas: **nutrición intercambio gaseoso**, **transporte, excreción y regulación**.

En todos los casos seguiremos un enfoque evolutivo, es decir, señalaremos las peculiaridades fisiológicas y estructurales de cada reino pluricelular.

Por otra parte debes saber que definir un concepto implica hacer dos cosas. Primero: considerar al concepto en estudio como un subconjunto de un conjunto de mayor tamaño, lo cual requiere usar siempre un sustantivo de significado más inclusivo. Segundo: mencionar las características peculiares que sólo poseen o que no poseen los objetos que representan al concepto en estudio.

Como vamos a estudiar funciones vitales, debes notar que ellas son siempre procesos. Esto lo sabemos por que su nombre termina en los gramemas: *–ción*, *-tión*, *-sis* y *–miento*. Por lo tanto, para definir las funciones vitales tenemos que decir que son procesos y luego mencionar las características que las distinguen de los otros procesos. Para ello siempre vamos a preguntarnos, al menos, lo siguiente:

1. ¿Qué tipo de proceso es?
2. ¿Quiénes llevan a cabo dicho proceso?
3. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso?
4. ¿Para qué se lleva a cabo el proceso?
5. ¿Cuántas variantes tiene el proceso?
6. ¿Con qué cosas o sustancias se lleva a cabo el proceso?
7. ¿Cuáles estructuras llevan a cabo el proceso?
8. ¿Cuándo se lleva a cabo el proceso?
9. ¿En cuántas fases se divide el proceso?
10. Y así sucesivamente. Mientras más preguntas se respondan, mejor se definirá al concepto. Al finalizar el estudio de cada una de las funciones vitales debes de plantear las preguntas y darles respuesta concreta tal y como se te mostrará en el ejemplo después de tratar la nutrición.

Medio interno

Antes de iniciar es importante tratar el concepto de **Medio interno**. Pues el interior de los organismos no es la misma estructura ni tiene las mismas propiedades en todas las especies. El interior en los organismos uni- y multicelulares, por ejemplo, se llama *citoplasma*. De tal forma que la entrada y la salida de sustancias son controladas por el organelo llamado Membrana plasmática.

Menciona los reinos con organismos uni y multicelulares: Reino ________________, reino ___________ y reino ____________________________.

En cambio, en los organismos conformados por muchas clases de células y por esa razón llamados pluricelulares, el interior se llama **Medio interno** el cual es el medio que rodea a las células y por lo mismo, distinto del medio externo y del citoplasma de las éstas.

El medio interno es un espacio lleno de líquido cuyas propiedades físico-químicas y biológicas son el resultado de la cooperación de todas y cada una de las células del organismo. En los organismos pluricelulares las células viven rodeadas del medio interno y no por el medio externo como ocurre en los organismos de *Fungi*, Protista y *Monera*. Observa la fig. 1.

¿A cuáles reinos pertenecen los organismos que poseen medio interno? Reino _____________________ y reino _____________________________________.

Así pues la entrada y la salida de sustancias en los organismos pluricelulares están controladas por un tejido en *Plantae* o por un un tejido o un órgano en *Animalia* (epidermis o piel respectivamente).

En tu cuaderno elabora una tabla con las siguientes columnas. CG5B.Usa la información de cada sección escribe el menor número de palabras en cada *ítem*. No esperes a terminar el documento empieza de inmediato:

- Función
- Consiste en…

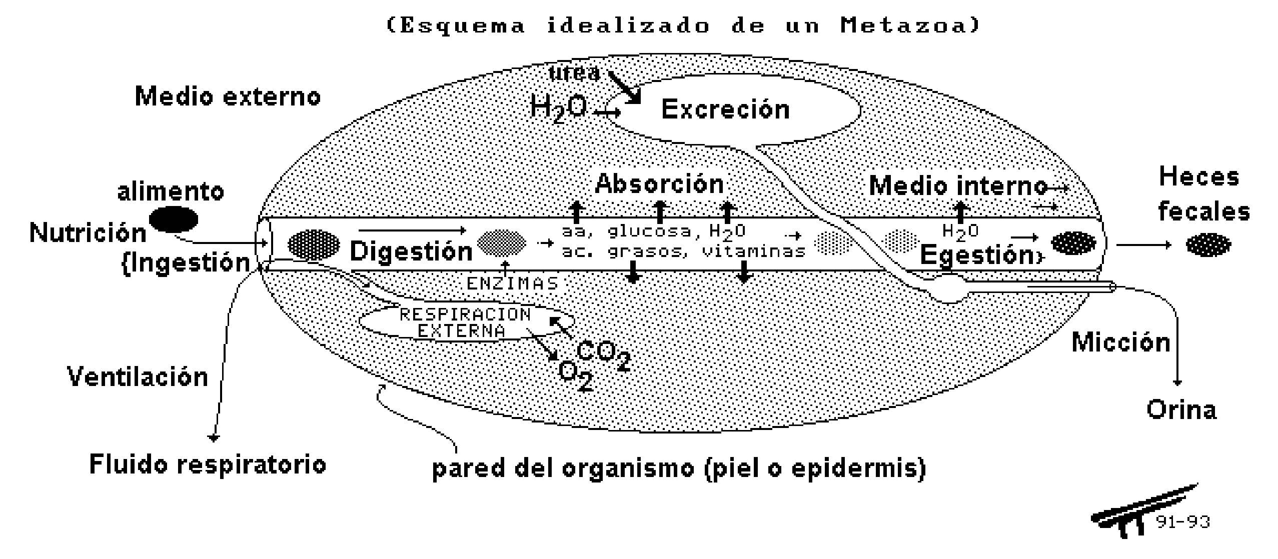


Fig. 1: Los organismos pluricelulares, como Plantae y Animalia, poseen Medio interno. Colorea de amarillo al medio interno en este modelo de Animalia.

- ¿Para qué se lleva a cabo?
- ¿Cuáles organismos la llevan a cabo?
- ¿Cuáles tipos de la función existen?
- ¿Cuáles estructuras están implicadas en la función?
- ¿Cuáles sustancias están involucradas?

Nutrición.

La Nutrición (*nutri-* = alimento, *-ción* = proceso) es el proceso vital que llevan a cabo todos los organismos que consiste en introducir sustancias químicas (llamadas nutrientes) al interior de los organismos. Estas sustancias son necesarias para:

1. Generar energía química útil para hacer trabajo (almacenada en moléculas de ATP, fabricadas en las mitocondrias por medio de la respiración celular que ya estudiaste en biología 1).
2. Recambiar los componentes químicos del cuerpo de los organismos. Y ...
3. Crecer, es decir, aumentar la masa corporal, el tamaño y/o incrementar el número de células del organismo.

Hay varias clases de nutrición de acuerdo al tipo de nutrientes entran al interior de los organismos y la manera como lo hacen:

1. **Nutrición Autótrofa** (*nutri-* = alimento, *auto-* = por si mismos y *–trofos* = comer). Ya que los organismos elaboran el nutriente básico de sus células (sacarosa o glucosa) a partir de **CO_2**.
2. **Nutrición Heterótrofa** (*hetero-* = otro). Ya que el organismo heterótrofo come las sustancias de otros organismos.
   - **a.** Por **absorción** (*ab-* = separación, *sorc-* = sorber o aspirar) Cuando el alimento pasa a través de la piel o de la epidermis.
   - **b.** Por **ingestión** (*in-* = meter, ges- = llevar a acabo) Cuando el alimento pasa al interior del tubo o saco digestivo.

Fases de la Nutrición Autótrofa

Como se deduce del nombre la nutrición autótrofa es el proceso donde entran nutrientes tales como CO_2, H_2O y sales minerales y a partir de ellos y una fuente de energía que suele ser la luz o reacciones químicas redox [2] los organismos autótrofos fabrican sus propios nutrientes celulares (carbohidratos). La inmensa mayoría de las plantas son autótrofas.[3] Siguen fases siguientes:

2 Redox = óxido-reducción. Frecuente en especies de *Monera* presentes en el fondo de los cuerpos de agua, en el suelo, subsuelo o el interior de rocas.
3 Al igual que las algas del reino *Protista* y un buen número de *Monera* como las cianobacterias y otras.

1. Absorción.
2. Transporte ascendente.
3. Fotosíntesis.
4. Translocación.

Absorción

Durante la absorción las plantas meten al medio interno **H_2O**, sales minerales y **CO_2**. La estructura encargada de hacerlo es el tejido llamado **epidermis** (*epi-* = encima y *Derm-* = piel). La epidermis de la raíz absorbe agua e iones minerales (**K^+, NO_3^-, NH_4^+, PO_4^{3-}**) como puedes ver en la figura 2. El **CO_2**, en cambio, es absorbido del aire por la epidermis de las hojas o de los tallos a través de unos hoyos llamados estomas (__________- = *boca)* ve la figura 3.

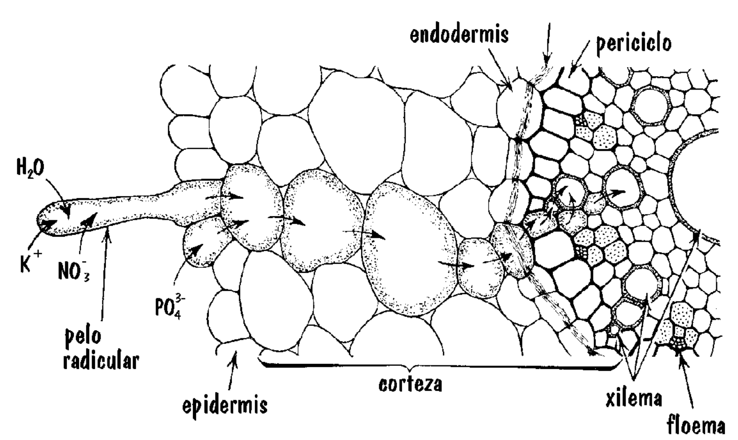


Fig. 2: Epidermis de una raíz absorbiendo H_2O, K^+, NO_3^-, PO_4^{3-}. Colorea de amarillo a las células de la epidermis y de azul la trayectoria hacia el tejido conductor, el xilema.

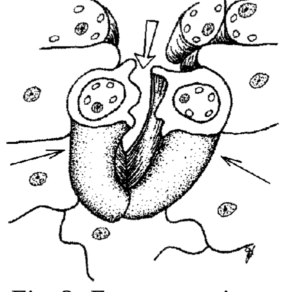


Fig. 3: Estoma seccionado. Pinta de verde las células guardianas, ellas se encargan de abrir y cerrar el espacio por el que pasan el CO_2 y el vapor de agua.

Transporte Ascendente

La 2ª fase de la nutrición autótrofa consiste en el transporte ascendente (*trans-* = a través, port- = *portar* o llevar, *ascend-* = subir) del agua y de las sales minerales absorbidas desde la raíz hasta las hojas.

Pero sólo llevan a cabo 2 fases: la absorción y la fotosíntesis.

Esta función es asumida por un tejido llamado **Xilema** (*xil-* = madera, *-ema* = sangre) que esta formado por una columna o haces de columnas de células muertas con paredes gruesas y perforadas Ve la fig. 4.

El líquido que conduce el xilema se llama **savia bruta**. (*sav-* = jugo) La energía para mover el agua desde el suelo hacia las hojas proviene del Sol y requiere de la transpiración (evaporación) de moléculas de H_2O dentro de la hoja y su salida al exterior por los estomas. Ve la fig. 3. El lugar dejado por esas moléculas rápidamente es ocupado por otras moléculas de la columna de agua que llena a los tubos del xilema y las moléculas absorbidas por la epidermis de las raíces.

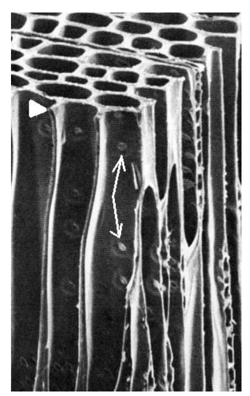


Fig. 4: Micrografía electrónica de barrido del Xilema de pino.

Fotosíntesis

La tercera fase se llama **Fotosíntesis** (*foto-*= luz, *sin-*= unir y *-sis* = proceso) que como tu ya sabes de biología 1, es un proceso que llevan a cabo los cloroplastos de los organismos eucarióticos y un buen número de *Monera* (cianobacterias y otras bacterias) que consiste en unir átomos de **H** que provienen del **H_2O** a moléculas de **CO_2** para fabricar carbohidratos como el azúcar simple llamada glucosa **$C_6H_{12}O_6$**: Así la ecuación global de la Fotosíntesis Oxigénica (*oxi-* = oxígeno, *gen-* = generar) se puede escribir así:

$$6\ H_2O + 6\ CO_2 + E_{Luz} \rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2\uparrow$$

agua + dióxido de C + luz →→→ glucosa + dioxígeno

Las células del tejido llamado **parénquima**[4] que está en el **mesófilo** (*meso-* = en medio), es decir, entre la epidermis superior e inferior de la hoja llevan a cabo la mayor parte de la síntesis de carbohidratos ($C_nH_{2n}O_n$). Ve la figura 5. Nota que las células en el parénquima en empalizada están bien alineadas para atrapar el mayor número de rayos del Sol.

4 Como este término lo propuso el médico griego Erasístrato (304-250 ane) hace muchos siglos de acuerdo a una teoría errónea, no tiene sentido usar los lexemas que lo forman para entender el término que se sigue usando hoy, pero con el significado de tejido principal del órgano.

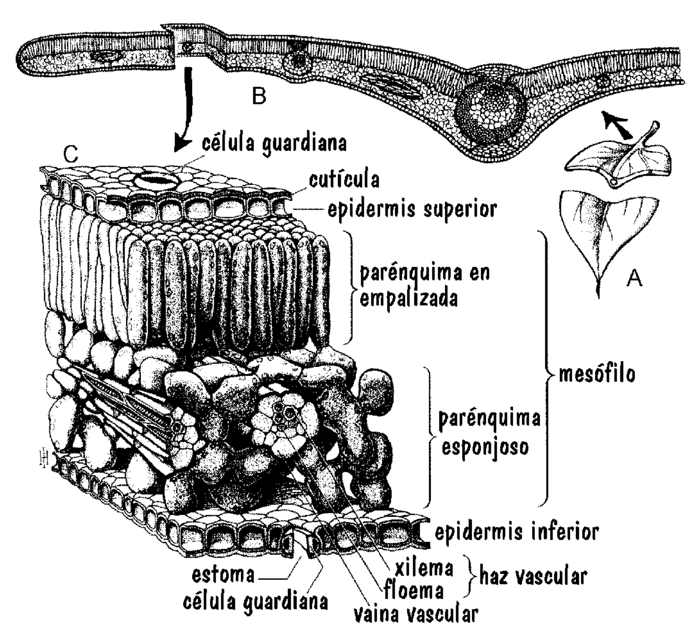


Fig. 5: A: una hoja cortada transversalmente, B, sección vista de canto y C, pequeña porción de la hoja mostrando los tejidos que constituyen a la hoja.

Translocación

Finalmente la 4ª fase se llama Translocación (*trans-* = a través, *loc-* = lugar y *–ción* = ________) que consiste en llevar a los carbohidratos fabricados en las hojas hacia otras partes de la planta como las raíces, tallos o troncos, hojas en crecimiento y flores y frutos, si los tuvieren, o conos (en coniferofitas).

El tejido encargado de esta fase corre paralelo exteriormente al xilema dentro de los tallos y se llama **floema** (*floi-* = corteza[5]); éste consiste de una serie de células vivas que se pasan las moléculas de sacarosa por ejemplo de una a otra hasta llegar a todos los tejidos de la planta. El floema conduce lo que se llama **savia elaborada** la cual contiene nutrientes y mensajeros químicos para regular funciones como crecimiento, caída de hojas o frutos…

Todos las especies de *Plantae* llevan a cabo las 4 fases de la nutrición autótrofa, sin embargo los ancestros de las plantas fueron protistas fotosintéticos pertenecientes al filo de las algas verdes.[6]

Este filo, Chlorophyta (*Chlor-* = verde y *-phyta* = planta) tiene especies unicelulares y multicelulares por ello no requieren de las fases de transporte ascendente y de translocación, pues carecen de medio interno. Mismo que se hizo necesario al invadir el medio terrestre. El éxito de los ancestros de las plantas al adaptarse a la vida terrestre llevó a la aparición de todo un reino de seres vivos, *Plantae*, cuyas primeras especies vivieron hace 440 millones de años durante la era paleozoica.

Ahora llena la siguiente tabla

Fase de la nutrición autótrofa	Tejido que realiza la fase	Perteneciente al órgano
Absorción		
Transporte ascendente		
Fotosíntesis		
Translocación		

Fases de la Nutrición heterótrofa.

Los organismos heterótrofos comen nutrientes provenientes de otros seres vivos, ya sea que los introduzcan completos o sólo parte de ellos. La mayoría de los moneras; los protistas sin cloroplastos, todos los hongos y los animales son heterótrofos. Lo cual quiere decir que meten a su citoplasma (en uni y multicelulares) o a su medio interno (en pluricelulares) nutrientes que son compuestos orgánicos (hechos de **C** reducido). Por ejemplo: aminoácidos, lípidos, monosacáridos y vitaminas.

Fases de la nutrición heterótrofa son las siguientes:

1. Ingestión.
2. Digestión
    a. Digestión Mecánica
    b. Digestión Química (enzimática)
3. Absorción
4. Egestión

Ingestión

La **ingestión** (in- = ________) como lo indica su nombre es el proceso que consiste en introducir el alimento a la cavidad digestiva. Por supuesto esto implica que ingieren los seres que poseen boca y estos seres son especies del reino __________________.

Los hongos, en contraste, no llevan a cabo la ingestión, recuerda que ellos son seres multicelulares y no tienen medio interno y tampoco cavidad digestiva. El interior de los hongos se llama: ______________________.

5 Por ello cortar la corteza del tronco, mata a la planta.
6 El ancestro común de *Plantae* y las algas verdes era parecido a las algas carófitas actuales.

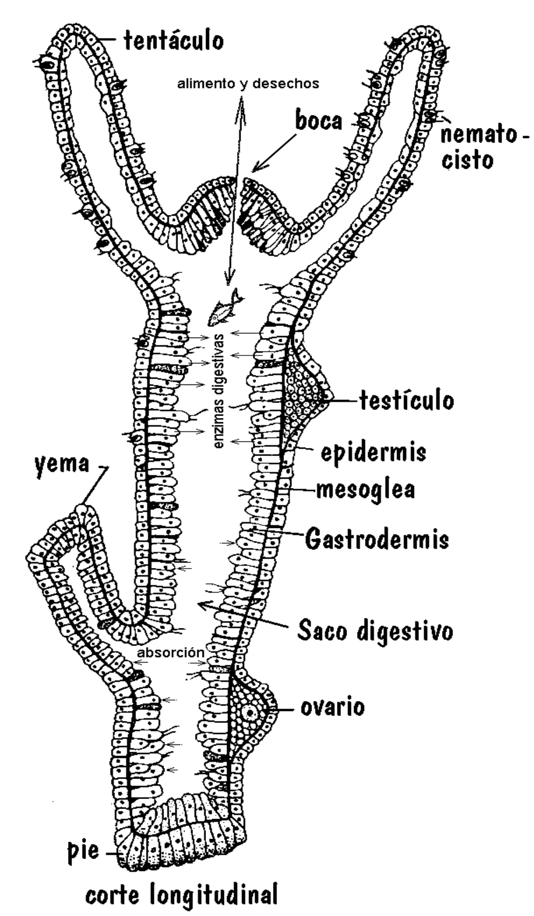


Fig. 6: Las 4 fases de la Nutrición heterótrofa en el filo de los Cnidarios (medusas y corales)

Digestión

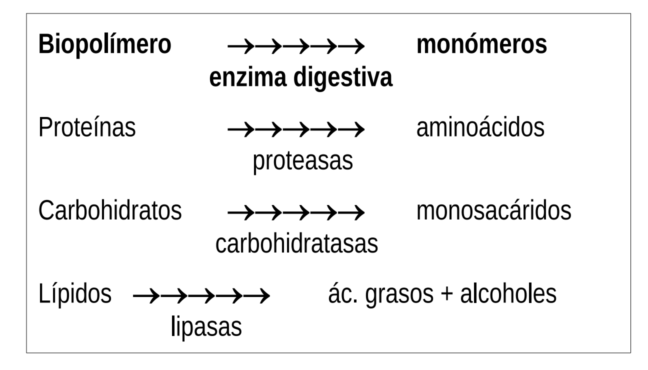
La digestión (*dig-* = dividir) divide el alimento en PMO que son asimilables. Muchos animales poseen dientes y muelas para llevar a cabo la **digestión mecánica** del alimento; otros en cambio, usan piedras como las gallinas en su buche para moler el alimento o poseen músculos poderosos para triturar su comida. La pasta de alimento molido está hecha de agua, proteínas, carbohidratos complejos (polisacáridos) y lípidos. Estas sustancias tienen macromoléculas y por ello son incapaces de cruzar las membranas de las células que recubren la pared de la estructura digestiva. Para lograrlo necesitan convertirse en moléculas pequeñas.

Fíjate, hay 2 clases de cavidad digestiva en *Animalia*:

1. Cavidad en forma de saco. Sólo hay 1 abertura, la boca como en medusas, anémonas (Cnidarios) o planarias y sanguijuelas (Platyhelminthes = gusanos planos).
2. Cavidad en forma de tubo. Con 2 aberturas, la boca y el ano. Como casi todos los demás filos de *Animalia* (nuestro filo se llama Cordados) .

¿Cuales filos poseen cavidad digestiva en forma de saco? ________________ y ___________________.

Para llevar a cabo la **digestión química**, las paredes del aparato digestivo (estómago y duodeno) y glándulas anexas (salivales, hígado y páncreas) secretan enzimas digestivas que convierten a las macromoléculas del alimento en pequeñas moléculas capaces de atravesar la pared por transporte pasivo o activo. Por ejemplo:



Biopolímero	→→→→→ enzima digestiva	monómeros
Proteínas	→→→→→→ proteasas	aminoácidos
Carbohidratos	→→→→→→ carbohidratasas	monosacáridos
Lípidos	→→→→→→ lipasas	ác. grasos + alcoholes

Absorción

La 3ª fase de la nutrición heterótrofa, la **absorción** (*ab-* = ___________ y *sorc-*= ___________________., consiste en el transporte activo o pasivo de los monómeros producidos por las enzimas digestivas desde la luz intestinal al medio interno por parte de las paredes del aparato digestivo. Esto ocurre principalmente en intestino delgado (en sus 2ª y 3ª porciones, el yeyuno e íleon). Ver figura 7.

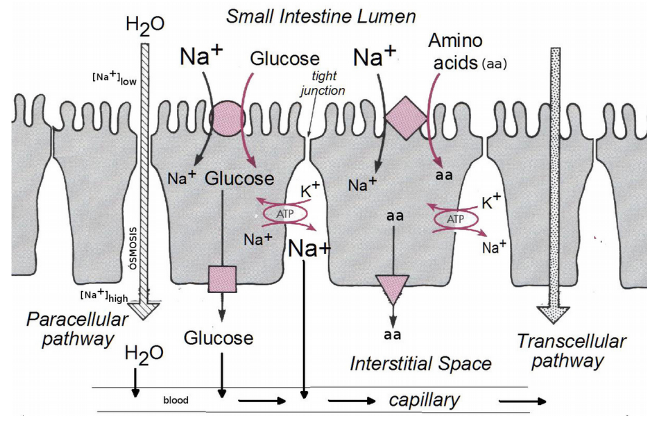


Fig. 7: Absorción de PMOs en el intestino delgado. ¿qué tipo de transporte mete glucosa la medio interno? _______ ____.

Egestión

Por último, la 4ª etapa se llama Egestión (*e-* = sacar). Como su nombre lo indica es un proceso donde todas las sustancias que fueron ingeridas pero no fueron absorbidas son sacadas de la cavidad digestiva en forma de heces fecales deshidratadas y compactadas por el intestino grueso a través del ano o cloaca.

Observa la figuras 8. Colorea de rojo a las estructuras involucradas en la ingestión, de verde a las relacionadas con la digestión, amarillo la absorción y de azul a las estructuras a cargo de la egestión.

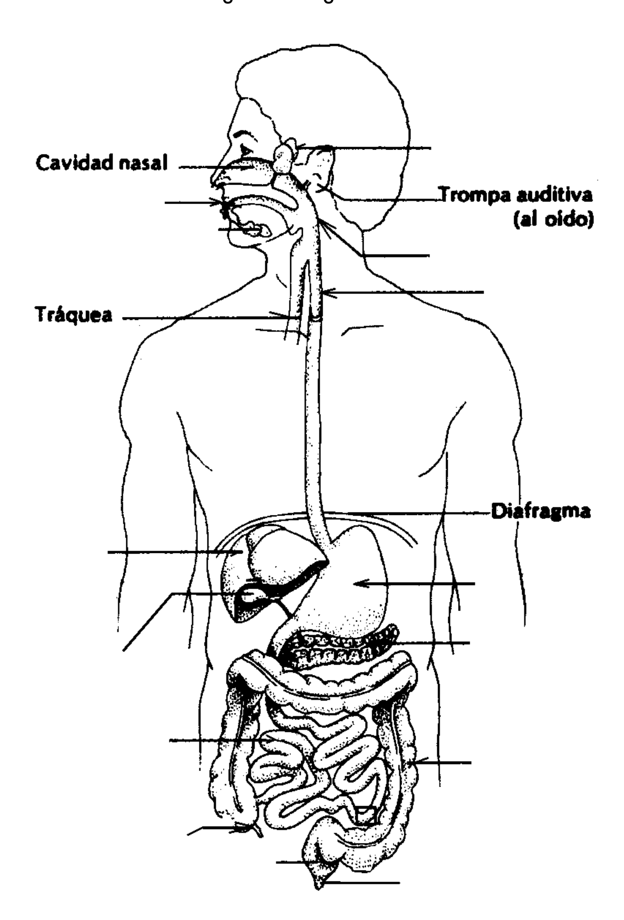


Fig. 8: Aparato digestivo humano, Escribe el nombre de las estructuras señaladas.

¿Cuándo tú tragas un trozo de alimento, ese pedazo está entrando al medio interno? ______. ¡Por supuesto!

Nada entra al medio interno si no cruza las paredes del cuerpo, en este caso del intestino durante la absorción. Vuelve a observar la figura 1, la parte relacionada con la nutrición compara con la figura 8 y completa la tabla.

Sigue los ejemplos:

Órgano	Fase de la nutrición	Función específica
Boca	Ingestión	Atrapar, cortar, desgarrar o moler el alimento (digestión mecánica)
Glándulas salivales	Ingestión y digestión	
Faringe		
Esófago		
Estómago		En pH muy ácido...
Duodeno (intestino Delgado)		En pH alcalino...
Yeyuno e Ileón (ídem)		
Páncreas		Secretar jugo pancreático (lleno de enzimas digestivas activas en pH > 8)
Hígado	Digestión	
Vesícula biliar		
Intestino grueso		Formar las heces fecales, reabsorbiendo agua, principalmente.
Recto		

Evolutivamente hablando la **digestión** (función del lisosoma) es muy antigua, consiste en partir en trozos cada vez más pequeños al alimento ingerido hasta convertirlo en una mezcla de pequeñas moléculas orgánicas tales como aminoácidos, monosacáridos, ácidos grasos, iones, vitaminas, etc.

Los organismos del reino *Fungi* sólo llevan a cabo la 2ª y 3ª fases, en cambio en *Animalia* llevan a cabo todas. Los hongos viven literalmente en el alimento, ya como parásitos –como el hongo del «pie de atleta» que le contagiaron a tu primo o funcionando como desintegradores sobre jitomates, pan o zanahorias.

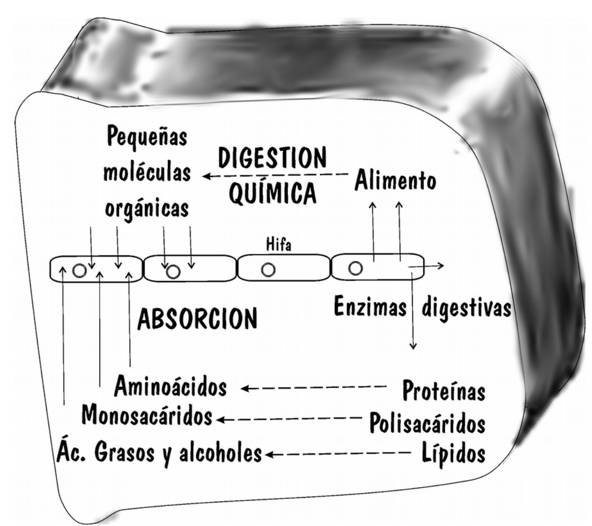


Fig. 9: Nutrición en Fungi: Sólo 2 fases: digestión externa y absorción. Pinta de naranja a la hifa.

Las hifas de los hongos tienen un crecimiento apical (por el extremo) porque necesitan digerir alimento nuevo con enzimas que secretan y luego las demás células de la hifa absorben los aminoácidos, monosacáridos y demás pequeñas moléculas. Cuando se acaba el alimento alrededor de la hifa, ésta crece por la punta hacia el alimento y vuelve a digerir y absorber. Tal y como se muestra en la figura 9.

Intercambio de gases (Respiración Externa)

Semana 3

El intercambio de gases (O_2 y CO_2) se describió en los animales en el siglo XIX y se le denominó **Respiración** (*re-* = repetir, *espir-* = espirar = exhalar). Con el tiempo, al estudiar las células se constató que también ellas intercambiaban los mismos gases; de ahí que a dicho proceso se le llamó **Respiración celular**.

El estudio bioquímico de la respiración celular empezó avanzado el siglo 19 y prosiguió hacia la primer mitad del siglo pasado. Pronto resultó obvio, que lo más importante de la respiración celular no era el intercambio de gases en sí, sino la generación de energía libre para realizar trabajo a partir de la oxidación de compuestos tales como la glucosa ($C_6H_{12}O_6$).

Recuerda de biología 1, las mitocondrias llevan a cabo la respiración celular produciendo ATP, CO_2 y H_2O a partir de glucosa y O_2 a través de una larga serie de reacciones catalizadas por enzimas (glucólisis $\Rightarrow$ ciclo de Krebs $\Rightarrow$ cadena transportadora de e^- $\Rightarrow$ y la fosforilación del ADP).

De ahí que el concepto moderno de la respiración celular signifique la generación de energía libre (ATP) mediante la oxidación de compuestos orgánicos con O_2 – en la respiración celular aerobia o con otros oxidantes distintos del oxígeno (por ejemplo NO_3^-, SO_4^{2-} o Fe^{3+})– en la respiración celular anaerobia. Aunque en ese caso sólo se libere gas CO_2.

Por lo anterior fue necesario distinguir los siguientes conceptos:

- **Respiración** = Intercambio de gases entre dos compartimientos de un organismo. Entra O_2 y sale CO_2.
    - **Respiración Celular =** Intercambio de gases entre el citoplasma y el espacio extracelular atravesando la membrana plasmática. Ocurre al nivel de todas las células en cualquier organismo.
    - **Respiración Interna** = Intercambio gaseoso entre los líquidos de dos compartimentos del medio interno, por ejemplo: el líquido intercelular y la sangre atravesando el tejido endotelial de los capilares sanguíneos. Este intercambio solo ocurre en los organismos pluricelulares más grandes, principalmente del reino *Animalia.* Ve la fig. 10, colorea de rojo la sangre y de amarillo el espacio lleno de líquido intercelular.
    - **Respiración Externa** = Intercambio de gases entre el medio externo y el medio interno (el líquido intercelular, la savia o la sangre). Esta respiración la llevan a cabo los organismos con medio interno, principalmente *Plantae* y *Animalia*.

Los hongos sólo poseen respiración celular. Pues ellos no tienen estructuras intercambiadoras de gases de nivel de organización “aparato”, “órgano” ni “tejido”. El O_2 entra directamente a las células atravesando la membrana celular y el CO_2 sale por el mismo lugar.

En cambio en el reino *Plantae,* la existencia de un medio interno bien delimitado por el tejido llamado epidermis requiere tanto de la respiración externa como de la celular. Las estructuras respiratorias de las plantas tienen nivel “célula” y se llaman **Estomas**.

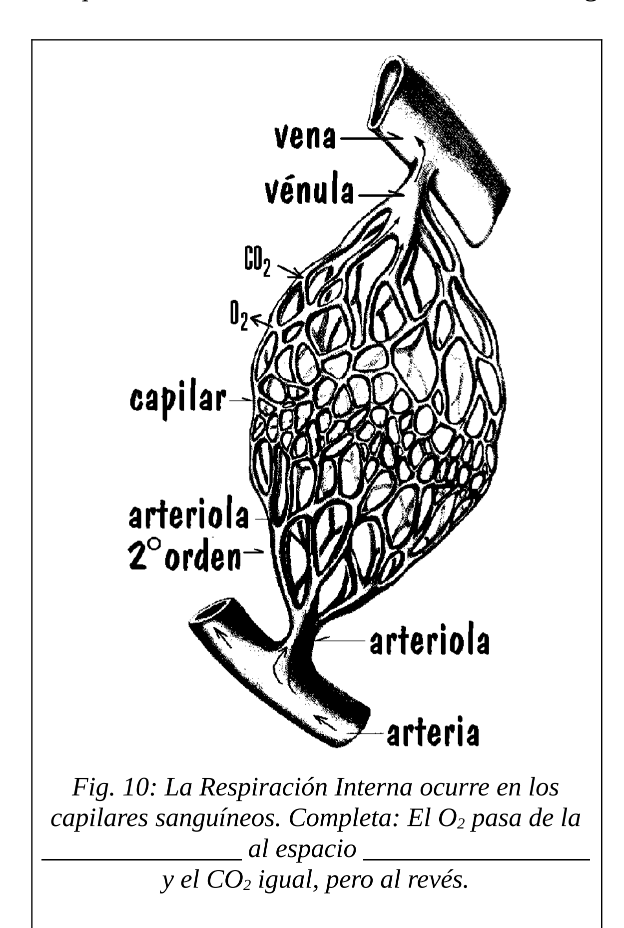


Fig. 10: La Respiración Interna ocurre en los capilares sanguíneos. Completa: El O_2 pasa de la _______________ al espacio _________________ y el CO_2 igual, pero al revés.

La palabra estoma en realidad designa a un hoyo. En las plantas el hoyo atraviesa la epidermis, un tejido de una sola capa de células aplanadas estrechamente unidas que separa el medio interno del externo. Dichos agujeros están delimitados por 2 células con forma de frijol llamadas guardianas, las cuales controlan la entrada y salida de gases. Ve las figuras 3 y 5 y colorea de amarillo a las células guardianas.

En el reino *Animalia* la respiración es de todos los tipos citados, excepto en los poríferos, cnidarios, platelmintos y nematodos, los cuales no necesitan de respiración interna e intercambian gases a través de su epidermis (*epi*-= encima, -dermis = piel). El resto de animales con cuerpo más grande y complejo requieren de un conjunto de órganos que lleven el fluido respiratorio (aire o H_2O) hacia los órganos intercambiadores de gases.

Es decir, necesitan un aparato respiratorio que lleve a cabo la **ventilación** y la **respiración externa**. Este aparato intercambia gases a través de un extenso epitelio húmedo y vascularizado en contacto con el fluido respiratorio.

La Ventilación (*vent*- = viento, ila- = hacer) puede ser **bidireccional** (*bi*-= 2) como en nosotros o los insectos, donde el aire entra a los pulmones por acción de los músculos de la caja torácica o a las traqueolas por acción del movimiento del insecto. O **unidireccional** como en los peces donde el agua entra a la boca, sigue por la faringe, atraviesa las branquias y sale por los opérculos abiertos (fig. 11).

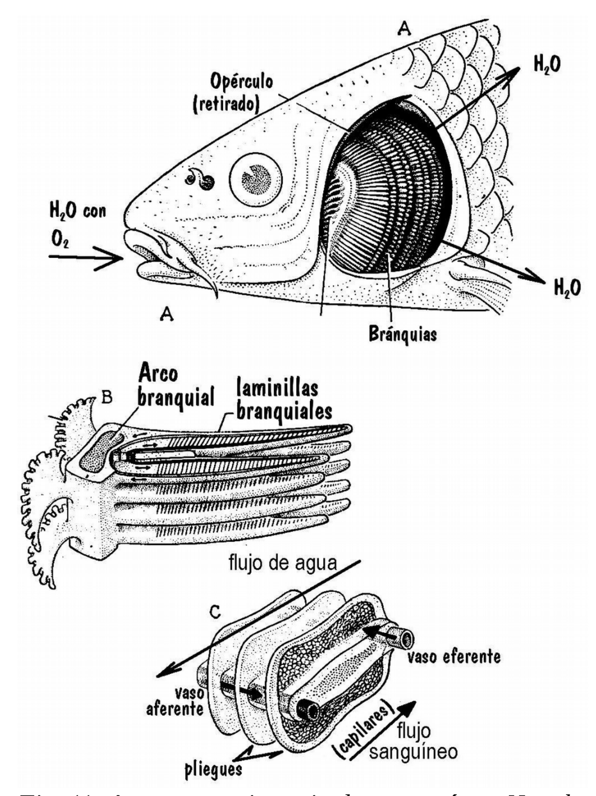


Fig. 11: Aparato respiratorio de un pez óseo. Note la ventilación unidireccional del agua y el contraflujo de ésta con respecto a la sangre en las branquias.

En los insectos el intercambio de gases lo llevan a cabo una serie de tubos ramificados y ciegos llamados **traqueolas** (porque se parecen a nuestras traqueas). Los insectos ventilan aire hacia sus traqueolas a través de pequeños hoyos llamados espiráculos. Fig.12.

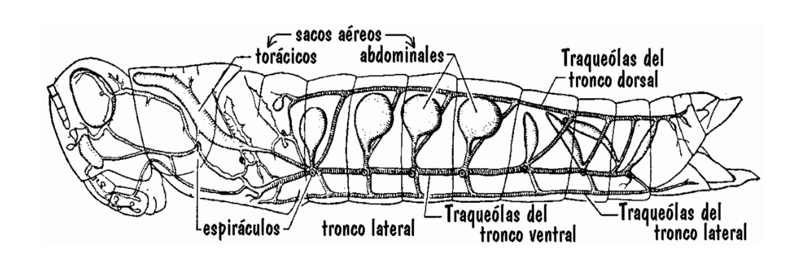


Fig. 12: Aparato respiratorio Traqueolar

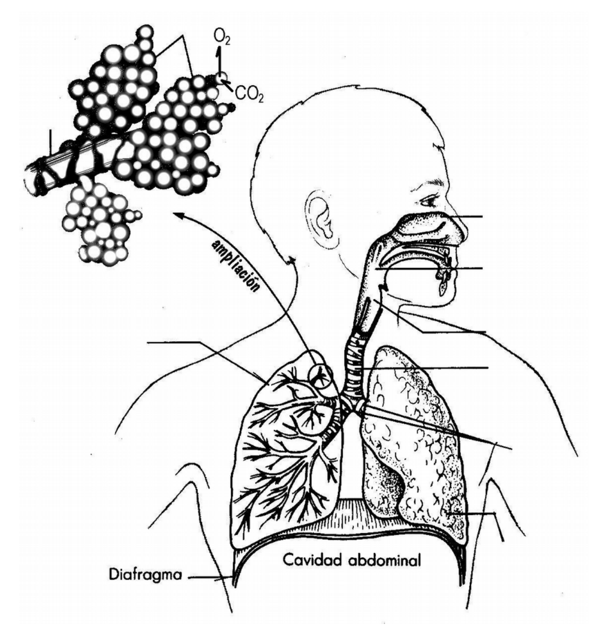


Fig. 13: Aparato Respiratorio Humano.

En las clases de vida terrestre de los cordados, los pulmones intercambian gases y dado que son cavidades, requieren de la ventilación bidireccional de aire. Los demás órganos del aparato respiratorio cumplen funciones auxiliares. Anota, en la figura 13, sus nombres y funciones que cumplen. Usa la lista que sigue: [7]

- Limpia, humedece y calienta el aire inhalado.
- Conduce aire de la boca o de la nariz.
- Genera sonidos con el aire exhalado.
- Lleva aire (con anillos que impiden su colapso).
- Intercambia gases.
- Ventilación (inhalación y exhalación), es decir, mueve el fluido respiratorio.

En varios filos (cnidarios, platelmintos, nemátodos y anélidos) la respiración externa la realiza la epidermis (piel). Completa la tabla con los conceptos adecuados:

Aparato respiratorio	Órgano respiratorio	Fluido respiratorio	Ventilación
Pulmonar			
Traqueolar			
Branquial			
Cutáneo			

7 Las funciones pueden usarse más de una vez. .

Transporte o Circulación

La circulación (*circ-* = ____________) es el proceso vital que llevan a cabo los organismos pluricelulares de los reinos *Plantae* y *Animalia.* El transporte de sustancias dentro de los organismos sólo es necesario cuando éstos tienen medio interno, es decir cuando son pluricelulares y no muy pequeños.

En los organismos uni y multicelulares, todas las células están en contacto con el medio externo y la distribución de sustancias ocurre dentro de ellas por difusión o por trabajo del citoesqueleto.

El **transporte de sustancias** o **circulación** requiere de un fluido que distribuya sustancias e inclusive células dentro de un sistema de tubos. Ve la figura 14.

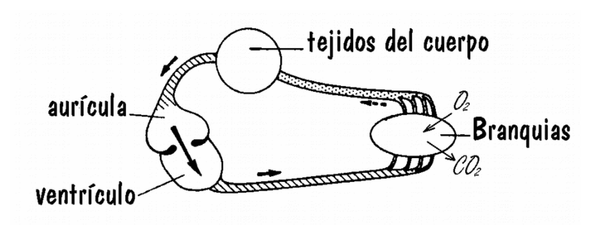


Fig. 14: Esquema simplificado del Aparato circulatorio de los peces. Pinta de rojo y azul los tubos con sangre oxigenada y desoxigenada, respectivamente. Nota un eficaz corazón de 2 cámaras.

En *Animalia* los fluidos transportadores son principalmente la **sangre** y la **linfa**.[8] Las sustancias distribuidas, disueltas o suspendidas en la sangre son: nutrientes (glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas, minerales, agua), gases respiratorios (O_2 y CO_2), deshechos metabólicos (NH_3, urea, creatinina, ácido úrico), proteínas (albúmina sérica, ferritina, anticuerpos), mensajeros químicos (hormonas) y en algunos filos como el nuestro también, células (eritrocitos, leucocitos y plaquetas). La linfa transporta el agua de retorno y células del sistema inmune (linfocitos).

En *Plantae* los fluidos transportadores se llaman **savia bruta** y **elaborada**. Las sustancias transportadas por la primera son nutrientes (agua y sales minerales) y mensajeros químicos (hormonas); la savia elaborada también transporta nutrientes, pero elaborados por fotosíntesis (glucosa o sacarosa) y por tanto son los nutrientes celulares. Completa los enunciados:

8 El **líquido céfalo-raquídeo** también transporta sustancias en el Sistema nervioso de los cordados.

Los nutrientes celulares en los organismos autótrofos son elaborados a partir del _______________ (fórmula) mediante la quimiosíntesis o la __________________; en cambio, en los organismos heterótrofos los nutrientes celulares provienen de (¿quiénes?) _____________ ____.

Completa el cuadro que sigue

Plantae	Sustancias Transportadas	
	Savia bruta: y.	
	Savia Elaborada. Agua, azúcares y hormonas.	
Animalia	**Sangre**:	
	Linfa:	

Podemos distinguir dos tipos de circulación:

- **Circulación abierta**, cuando el fluido se mueve dentro de tubos sólo una parte de su trayectoria. Presente en *Plantae* y en algunos *Animalia*.
- **Circulación cerrada**, cuando un fluido transporta sustancias encerrado siempre dentro de tubos. Muy común en *Animalia.* Ve las figuras 14 a 17.

En general, podemos decir que las estructuras de transporte son tubos, válvulas[9], bombas y líquidos.

En el reino *Plantae*, los “tubos” son los vasos del **xilema** y del **floema,** presentes en todos sus filos, excepto en las briofitas (los musgos). Estos tejidos vasculares conducen, respectivamente, **savia bruta** y **elaborada**. De hecho, ya los estudiamos, dado que el transporte ascendente y la translocación son fases de la nutrición autótrofa.

En *Animalia* los poríferos, los cnidarios, platelmintos y los nematodos no necesitan de aparato circulatorio. Ya sea por que son muy pequeños o porque la distancia desde cualquier célula al medio externo es pequeña. Los demás, como nosotros, necesitamos un aparato circulatorio para distribuir sustancias.

Los órganos que impulsan la sangre (las “bombas”) se llaman corazones y los “tubos”, vasos. A saber:

9 Sobre las válvulas no vamos a hablar, sin embargo, son relevantes porque definen la dirección de la circulación y evitan el retorno hacia atrás del fluido.

1. Las **venas:** conducen sangre desde los tejidos hacia el corazón.
2. Las **arterias:** llevan sangre desde el corazón hacia los tejidos.
3. Los **capilares sanguíneos:** transportan sangre desde las arterias hacia las venas.
4. Y los **vasos linfáticos:** llevan indirectamente linfa desde los tejidos del cuerpo hacia el corazón.

En los peces, el órgano respiratorio es la branquia de ahí que el aparato circulatorio se organiza en serie cíclica con ellas para mantener oxigenados a todos los tejidos. Ve la fig. 14 un esquema muy simplificado.

Cuando los cordados invadieron la Tierra, surgieron los anfibios, los cuales tuvieron que respirar aire desarrollando los pulmones. El aparato circulatorio se reorganizó para llevar sangre a éstos. El corazón de 3 cámaras que surgió funcionó lo suficientemente bien, con el inconveniente de permitir la mezcla de sangre oxigenada y sin oxígeno. De allí que los anfibios conpensen mediante la respiración cutánea a través de su piel húmeda. Por ello los anfibios viven en hábitats húmedos. Ve la fig. 15.

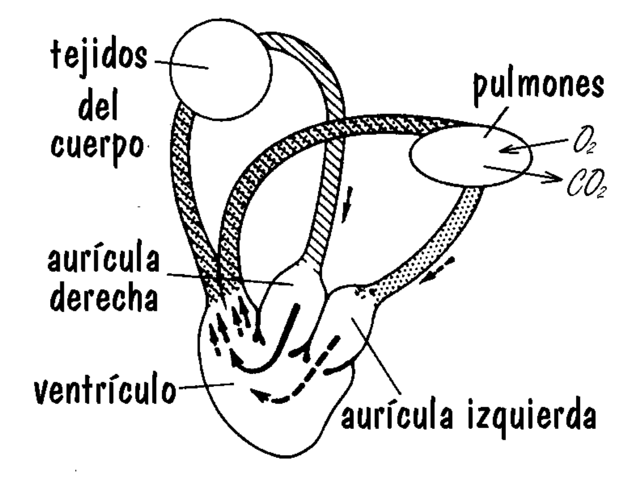


Fig. 15: Esquema simplificado del aparato circulatorio de un anfibio. Nota las 3 cámaras del corazón.

Colorea en la figura 15 de rosa al corazón, de rojo la sangre oxigenada llevada por venas desde los pulmones al corazón, de azul la sangre desoxigenada conducida por otra vena desde los demás tejidos y de lila la sangre de las arterias que la transportan sangre mezclada desde el corazón hacia los tejidos, incluidos los pulmonares.

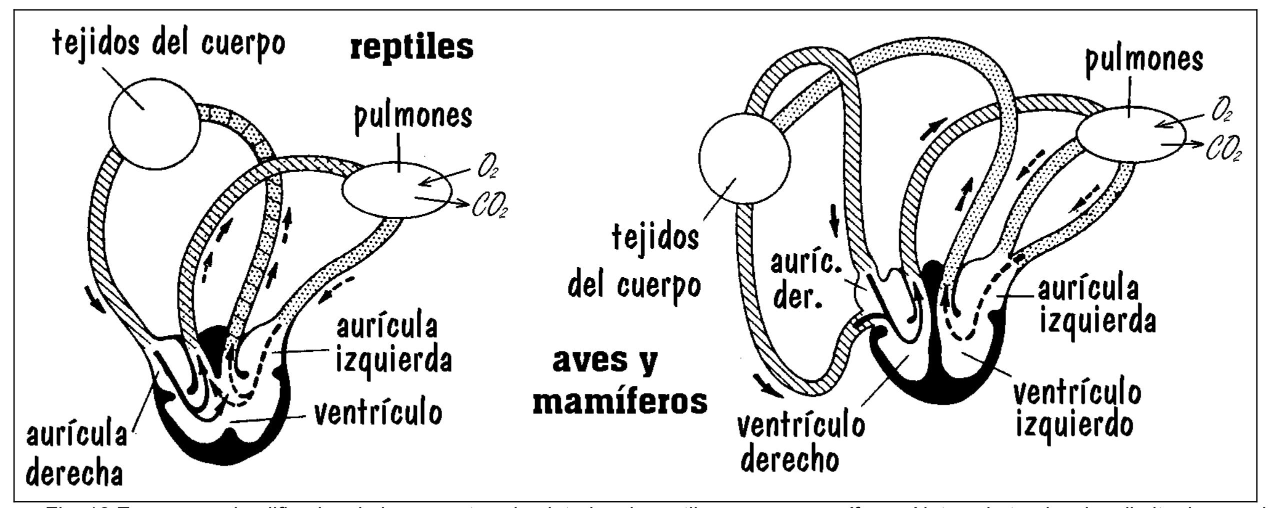


Fig. 16 Esquemas simplificados de los aparatos circulatorios de reptiles, aves y mamíferos. Notese la tendencia a limitar la mezcla de sangres en reptiles y la total separación en aves y mamíferos. Colorea de la misma forma que la figura 15. Note que los esquemas se ven de frente.

Más adaptaciones ocurrieron durante la evolución de los reptiles a partir de los anfibios y de las aves y mamíferos a partir de los primeros; para disminuir la mezcla de sangres (oxigenada de los pulmones y desoxigenada de los demás tejidos) y así poder invadir hábitats más secos. Ve figura la 16.

En los mamíferos hay tres circuitos circulatorios (lee comparando con la fig. 17):

1. Circulación General (Circuito Mayor)
2. Circulación Pulmonar (Circuito Menor)
3. Circulación Portal

Circulación General (Mayor)

Al inicio, el ventrículo izquierdo impulsa la sangre hacia la Aorta (la arteria más gruesa), ésta se ramifica en arterias que van a cada órgano, allí se subdividen en arteriolas y luego en capilares sanguíneos que se reúnen en vénulas, éstas en venas cada vez más gruesas hasta que se forman las venas Cavas que retornan la sangre a la aurícula derecha ($\mathbf{A_d}$).

Circulación Pulmonar (Menor)

Su ruta es así: La sangre que retornó a la aurícula derecha, pasa al ventrículo derecho, el cual impulsa la sangre por las arterias pulmonares hacia los pulmones, allí se subdividen en arteriolas y luego en capilares sanguíneos que recubren los alvéolos pulmonares donde ocurre la respiración externa. Más tarde, los capilares se unen en vénulas, éstas en venas que llevan la sangre oxigenada a la aurícula izquierda del corazón a través de las cuatro venas pulmonares; completando el circuito.

Circulación portal.

Empieza cuando los capilares sanguíneos del aparato digestivo y por lo tanto responsables de la absorción de nutrientes se reúnen en la vena porta, la cual se dirige al hígado donde se subdivide de nuevo en capilares que permiten el paso de los nutrientes recién absorbidos hacia las células hepáticas. Estas procesan los nutrientes acopiando glucosa en forma de glucógeno, reacondicionando los lípidos para su transporte eficiente y modificando las sustancias extrañas, posiblemente tóxicas, para facilitar su excreción. Finalmente los capilares vuelven a reunirse en vénulas, éstas en venas que se unen en la vena hepática que deriva en la vena cava inferior y de allí al corazón.

Como a nivel de los capilares sanguíneos (fig. 10) se sale agua y nutrientes celulares y la presión en el espacio intercelular es menor que en los vasos sanguíneos, entonces los tejidos se llenan de agua (edema). Sin embargo hay un sistema de los vasos ramificados ciegos (sistema linfático) cuya presión es aún menor y permiten el retorno indirecto del agua al aparato circulatorio (conectando con las venas subclavias derecha e izquierda).

La linfa también transporta linfocitos (*cit-* = célula; llamados antiguamente glóbulos blancos) que patrullan el medio interno para proteger al organismo contra microorganismos patógenos. Ve la figura 18.

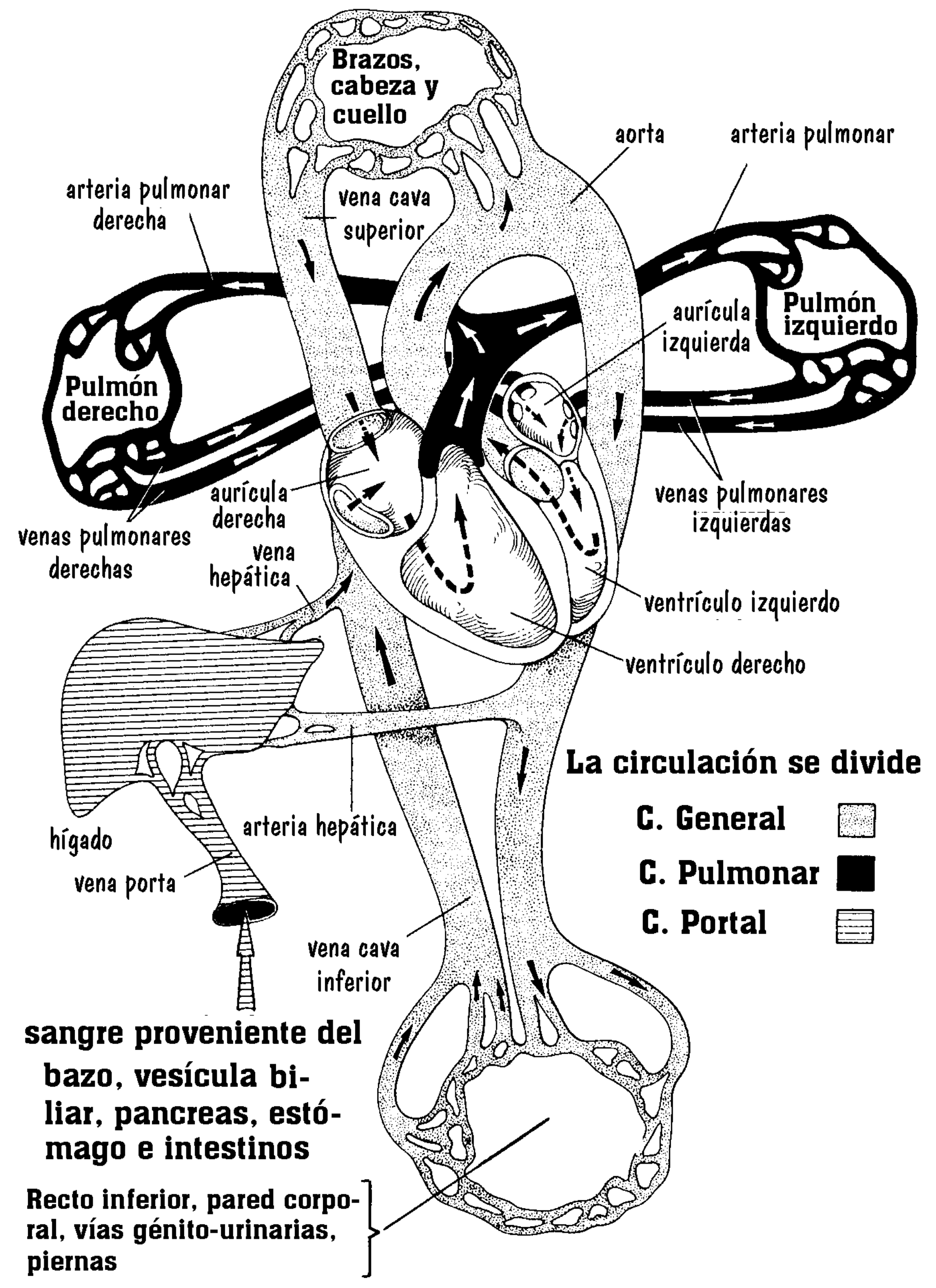


Fig. 17: Esquema simplificado del Aparato Circulatorio en los mamíferos.

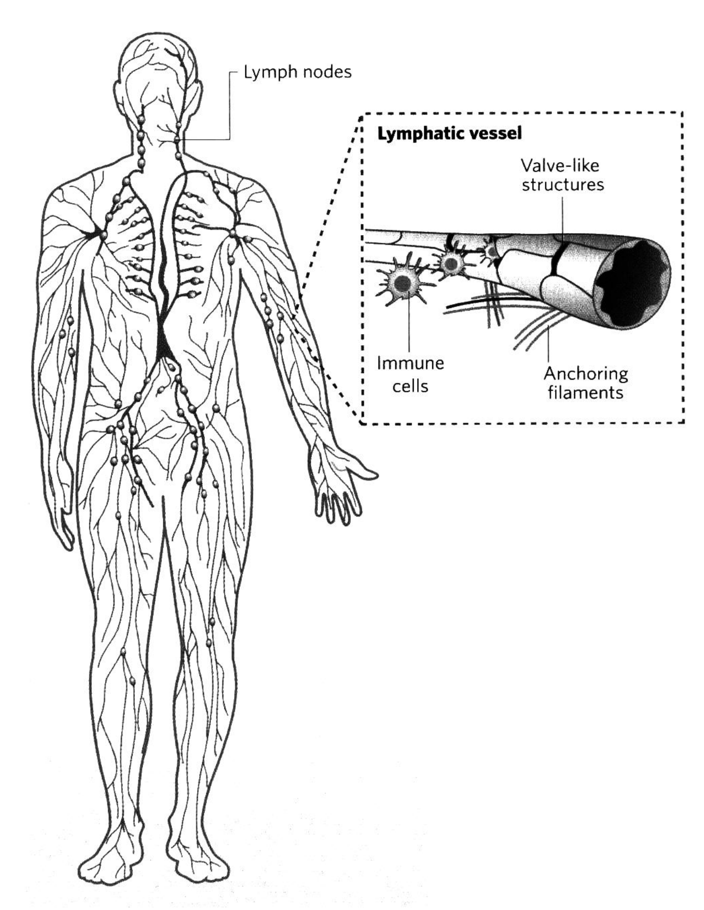


Fig. 18: Esquema simplificado de los vasos linfáticos humanos. Note como se extiende desde todas partes drenando o recogiendo agua y otras sustancias de retorno al corazón. Resalta en la figura citada los ganglios de naranja y los vasos linfáticos de amarillo.

Excreción

Semana 4

La excreción es el proceso vital que consiste en sacar del interior del organismo las sustancias que estén en exceso, muchas de ellas pueden ser tóxicas, aunque no todas. En caso de fallar esta función el organismo puede morir en términos de días o semanas dependiendo del grado de deficiencia (renal en los diabéticos)

¿Cómo se llama el interior del cuerpo en los organismos uni y multicelulares? ______________. ¿A cuáles reinos pertenecen dichas especies de organismos? Reinos ________________________, ______________________ y ______________.

De allí que en estos reinos, no se necesite ya no digamos un aparato excretor, tampoco de un órgano, ni de un tejido dedicados a esta función; ya que es la membrana plasmática (un organelo celular) quien se encarga de sacar las sustancias que estén en exceso en el interior (el citoplasma).

En *Plantae* aún cuando hay medio interno, por lo general no se puede hablar excreción de sustancias ya que su metabolismo es muy conservador y prácticamente no desechan nada. Como las plantas son sésiles y no pueden buscar fuentes de nitrógeno, potasio y fosfato, entonces no los excretan como hacemos los animales.

En todo caso, es la epidermis, quien saca sustancias al exterior. Pero con finalidad diferente no excretora, por ejemplo, reparar daños mecánicos al secretar látex o resinas; o producir venenos dirigidos a combatir a las plantas vecinas. En general se puede considerar que la excreción es casi inexistente en las plantas.



Fig. 19: Noten los cristales de sal sobre las hojas de mangle.

Sin embargo un caso interesante de excreción en plantas son los mangles que ocupan los humedales costeros de zonas tropicales. Como viven en aguas salobres tienen el problema de tolerar la salinidad. Para ello excretan NaCl formando cristales sobre la epidermis del envés de sus hojas. Ve la figura 19.

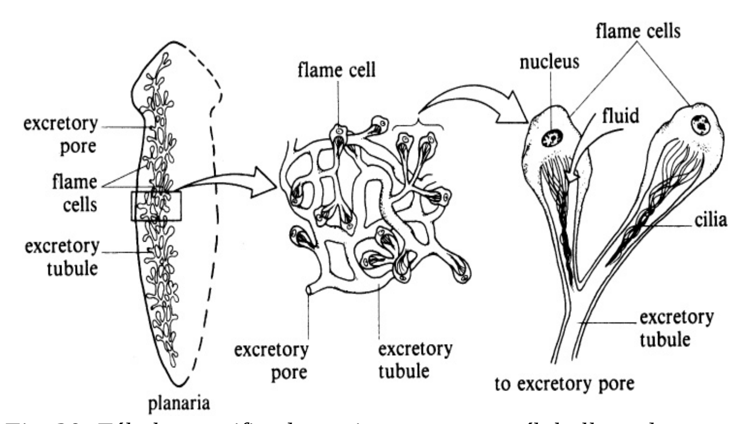


Fig. 20: Túbulos ramificados y ciegos con una célula llamada flamígera (protonefridios) sacan del medio interno sustancias en exceso secretando un líquido que gotea al exterior por poros excretores en un gusano plano.

En *Animalia* la excreción es llevada a cabo por células, tejidos, órganos u aparatos, según la complejidad:

- En los poríferos (esponjas) la excreción es asunto de cada célula, al igual que en los cnidarios.
- En los platelmintos la excreción está a cargo de un sistema de tubos que terminan en poros en la epidermis y que en otro extremo tienen células **flamígeras** que sacan las sustancias en exceso del medio interno y las impulsan hacia fuera. Ve la fig. 20. Colorea de amarillo al medio interno.
- En los anélidos una estructura más compleja llamada **nefridio** saca las sustancias que están en exceso en el medio interno (en el celoma). Cada segmento del cuerpo tiene un par de nefridios. Ve la fig. 21. Colorea de amarillo al celoma (*cel-* = cavidad y *-soma* = cuerpo*)* y de verde al nefridio.
- En otros filos se usan **riñones** con multitud de nefridios modificados y asociados al aparato circulatorio los cuales filtran, secretan y reabsorben sustancias. Es decir fabrican orina para sacar sustancias que estén de más en el medio interno. Ve la fig. 22.

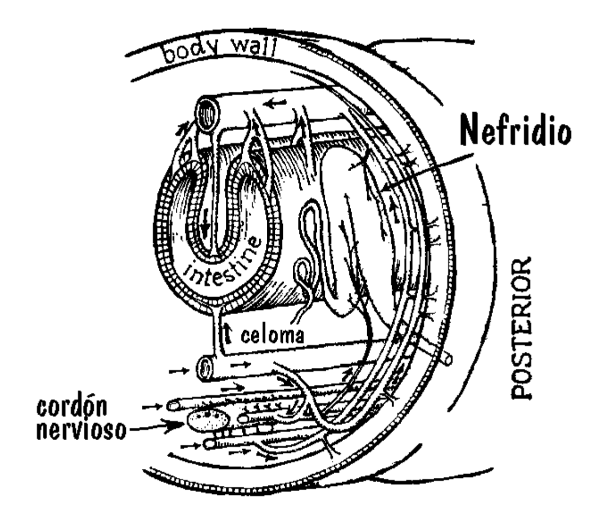


Fig. 21: En cada segmento de un animal anélido hay un nefridio conectado al exterior.

En los cordados terrestres encontramos al aparato urinario como principal sistema excretor. En los peces la excreción la realizan las branquias. Dado que el amoniaco, NH_3, (su principal desecho nitrogenado), aunque muy tóxico (inhibe la respiración celular), es soluble en agua. Como los peces no tienen problemas con la disponibilidad de agua, pues usan sus branquias (por eso huelen a amoniaco). En los cordados terrestres la falta de agua es un problema así que convierten el amoniaco en urea, menos tóxica.

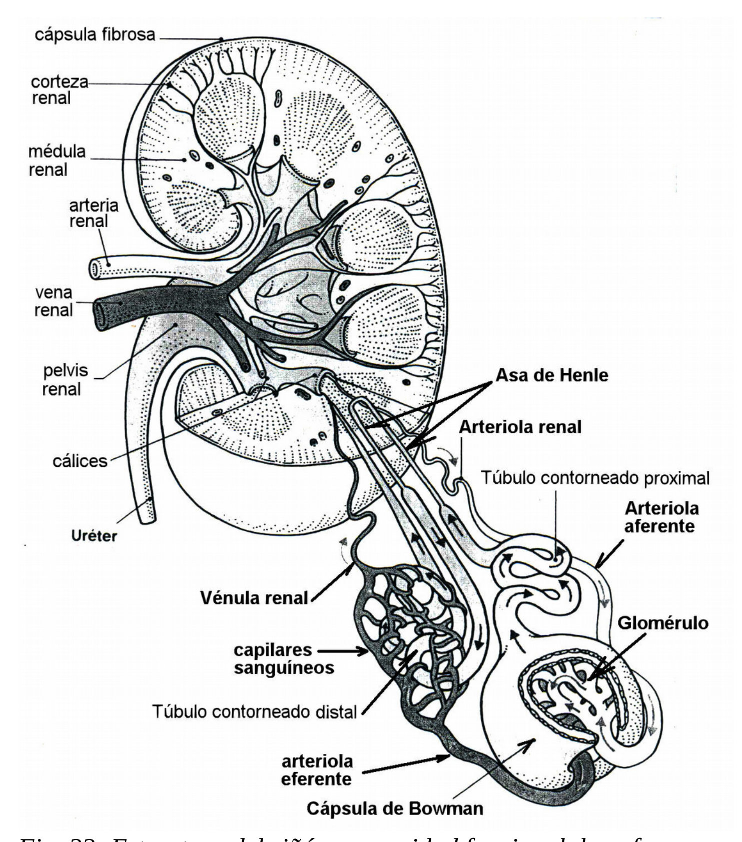


Fig. 22: Estructura del riñón y su unidad funcional, la nefrona.

Pese a lo anterior, la excreción en cordados también la llevan a cabo por otros órganos. De allí que podamos hablar de excreción pulmonar, branquial, hepática…

Llena el cuadro:

Excreción	Órgano que saca sustancias del medio interno
Renal	
Pulmonar	
Branquial	
Hepática	
Cutánea	

En los mamíferos la estructura excretora principal es el aparato urinario. Ve la fig 23. Como su nombre lo indica, éste cumple sus funciones produciendo orina.[10]

10 Su función es sacar del medio interno (= sangre) las sustancias que están de más. Lo que equivale a

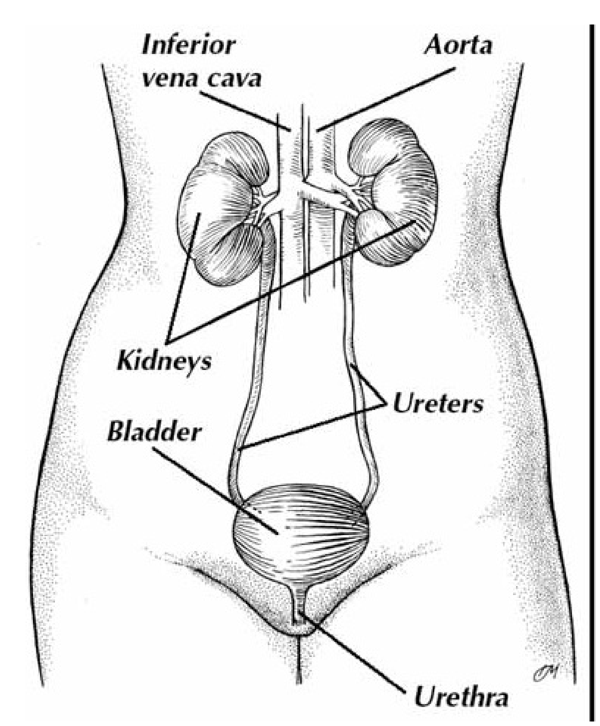


Fig. 23: Aparato Urinario Humano. CG4d: Escribe los nombres en español.

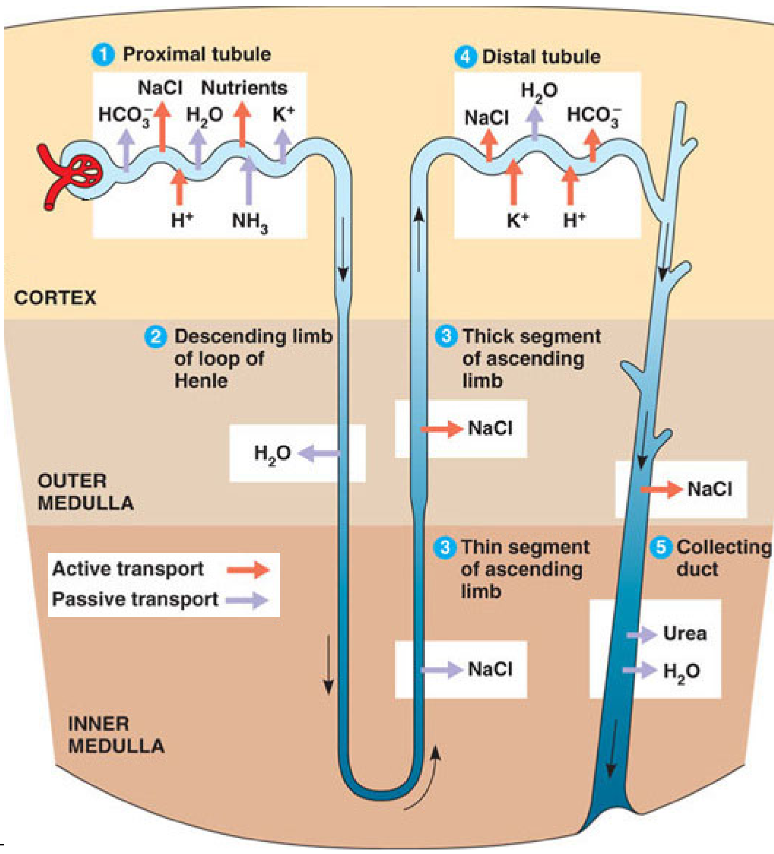


Fig. 24: Diagrama de los eventos en una Nefrona. Analiza siguiendo la secuencia. Verbaliza.

Llena la tabla con los datos que faltan.

Órgano	Función	Descripción
Riñones	Sacar ________ que están en _________ en el medio interno haciendo orina	
Ureteros		
Vejiga urinaria		Es una bolsa musculosa
Uretra		

Entre un ¼ y un 1/5 de la sangre pasa por los riñones en cada momento (normalmente casi 1700 L al día). Allí la sangre se filtra formando unos 180 L/día de un filtrado que tiene casi la misma composición de la sangre excepto que carece de proteínas, lípidos y células (analiza la tabla). De la cual se forman por reabsorción y secreción de 1 a 2 L/día de orina. Ve la figura 24.

controlar la composición química de los líquidos del medio interno.

La siguiente tabla muestra la composición química del plasma sanguíneo (sangre – células), filtrado glomerular y orina.

Sustancia (todas en g/L)	Plasma sanguíneo	Filtrado glomerular	Orina
Glucosa	1.0	1.0	0
Sodio Na^+	3.0	3.0	3.0
Cloro Cl^-	3.5	3.5	6.0
Potasio K^+	0.15	0.15	1.5
Acido úrico	0.03	0.03	0.3
Urea	0.25	0.25	20.0
Sulfato SO_4^{2-}	1.0	1.0	1.0
Creatinina	0.15	0.15	0.7
Fosfato PO_4^{3-}	0.03	0.03	1.0
Aminoácidos	0.3	0.3	0
Proteínas	70.0	0.2	0

CG5B. Tú puedes calcular lo siguiente, sí se forman 180 L/día de filtrado (F_g) ¿cuánta glucosa se salió del medio interno? Se multiplica F_g x la concentración de glucosa en el filtrado: 180 L x 1 g/L = 180 g.

¿Cuánta glucosa hay en la orina? ____________ g/L

Luego entonces, ¿qué pasó con la glucosa que se salió del medio interno por los riñones? Pues fue reabsorbida a costa de gastar ATP para impulsar el transporte.

Calcula cuántos gramos se reabsorbieron de todas las sustancias de la tabla anterior (supón 1 L de orina):

Para el Na = 180 x su concentración plasmática (3 g/L) = 540. En la orina sólo quedan 3 g. Por lo tanto se reabsorbieron 540-3 = 537 g del ión sodio.

Y así sucesivamente:

Sustancia	Cantidad filtrada	Cantidad reabsorbida	Cantidad excretada
Glucosa	180 g	180 g	0 g
Sodio Na^+	540 g	537 g	3 g
Cloro $Cl^–$			
Potasio K^+			
Acido úrico			
Urea			
Sulfato $SO_4^{2–}$			
Creatinina			
Fosfato $PO_4^{3–}$			
Aminoácidos			
Proteínas			

Como puedes ver, el aparato urinario funciona de un modo raro, casi todas las sustancias de la sangre se salen del medio interno a través del riñón y luego se reabsorben, unas más, otras menos.

La energía necesaria para todo este transporte es muy grande y proviene de las mitocondrías renales, ellas producen ATP y luego las bombas de Na/K gastan dicho ATP para meter sodio al medio interno. Esto permite crear un gradiente de concentración que logra reabsorber agua por ósmosis y glucosa, cloruro y aminoácidos usando proteínas cotransportadoras (que transportan simultáneamente Na^+ y otra molécula).

Ve la figura 24. Resalta de amarillo el medio interno, de verde a las flechas que indican el transporte activo de Na^+, de naranja las que indican el cotransporte y de azul las que marcan la ósmosis.

También puedes ver la figura 22 que muestra a la unidad anatómica y funcional de los riñones, la **nefrona** en su relación anatómica con el riñón**.** Recuerda que un riñón tiene millones de neuronas. Colorea de amarillo a la Cápsula de Bowman, de verde, al túbulo contorneado proximal, de azul al asa de Henle, de rojo al túbulo contorneado distal y de naranja al túbulo colector unido a un cáliz renal.

Toma nota. Todo cuanto dijimos del riñón se puede decir de las nefronas. Observa las fig. 22 y 24, completa, entonces, el texto que sigue:

En las nefronas la sangre se filtra a nivel de **glomérulo**. Este es un ovillo formado por una arteriola aferente. Sólo las proteínas y las células sanguíneas permanecen en la sangre y las demás sustancias pasan al medio externo disueltas en el filtrado glomerular. Luego, la mayoría de las sustancias del filtrado incluyendo casi toda el agua se vuelve a reabsorber por cotransporte u ósmosis en los **túbulos contorneados proximales**, y **T. C. distal**, respectivamente. Produciendo, finalmente, _______________. Las sustancias reabsorbidas por las paredes de los túbulos son recogidas por los capilares sanguíneos derivados de la arteriola deferente que sale de la **cápsula de Bowman**.

Por ello ¿Cuál es la función de las nefronas? Producir _________________ y al hacerlo controla el volumen de los líquidos corporales. Además, simultáneamente, ________________________ la composición química del medio _________________, es decir, de la sangre.

Los demás órganos del aparato urinario cumplen con funciones accesorias, pero necesarias, a saber: Los uréteres conducen la orina de los riñones a la vejiga urinaria; ésta, acopia la orina que se produce continuamente y la uretra conduce la orina hacia afuera del aparato urinario.

Cuida tus riñones, son órganos vitales que se dañan al forzarlos a generar orina concentrada. Debes de tomar 2 litros de agua al día, evita enfermar de diabetes y no automedicarte, pues hay fármacos renotóxicos.

Regulación

Semana 5

La regulación (*regul-* = controlar, también = regla) es el proceso vital que consiste controlar el funcionamiento del cuerpo para mantener un estado interno y responder a las perturbaciones del medio. Este proceso lo llevan a cabo todos los organismos y suele enseñarse bajo los conceptos **Homeostasis** (*homo-* = igual, *-stasis* = estado) e **Irritabilidad** (*irrit-* = irritante = estímulo y *-abilidad-* = capacidad). Ya que para regular un organismo debe ser capaz de detectar estímulos y de responder a éstos de manera adecuada para mantenerse vivo.

La **irritabilidad** es la capacidad de los seres vivos de responder a los estímulos cambiando su conducta o alterando la intensidad de su funcionamiento. Un estímulo es cualquier agente interior o exterior que al interaccionar con el organismo dispara una respuesta y ésta última es la modificación cuantitativa o cualitativa de la fisiología o conducta del organismo.

Los estímulos se clasifican de acuerdo a su naturaleza y desde el lugar donde actúan en:

- Por su naturaleza
  - Estímulos Físicos: Luz, gravedad...
  - Estímulos Químicos: O_2, H_2O, NaCl...
- Por su sitio de acción
  - Estímulos Internos: pH_s, $[glucosa]_s$...
  - Estímulos Externos: sonido, luz...

La **Homeostasis** es el proceso vital que mantiene constante las condiciones del interior no obstante los cambios del ambiente. Lo cual implica responder a los estímulos de manera compensatoria aumentando o disminuyendo los procesos orgánicos de modo coherente.

La regulación ocurre en todos los organismos, sin embargo en los organismos multicelulares implica la acción coordinada de sus células agrupadas como tejidos, órganos y aparatos. Debido a ello la regulación en *Plantae* y *Animalia* implica la comunicación celular.

Tipos de comunicación celular

La comunicación (comun- = comunidad, poner en común conocimiento) es un proceso interactivo entre dos entidades que entran en contacto a través de la información que una envía y otra recibe. En todo fenómeno comunicativo existen los siguientes componentes: emisor, receptor, mensaje, canal de difusión, código, contexto y referente..

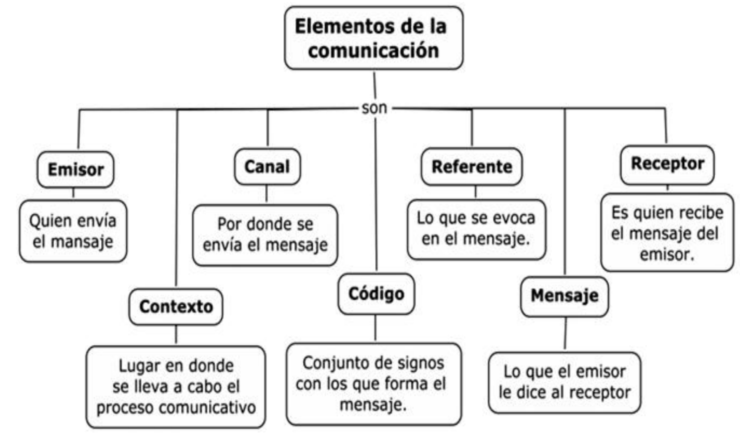


Fig. 25: Las partes constituyentes de cualquier proceso comunicativo.

La definición de los componentes de la comunicación se muestra en la figura 25. El emisor usa el código para conformar el mensaje y lo envía a través de un canal de difusión que lo lleva al receptor en un contexto particular. El receptor descodifica el mensaje que recibió incluyendo la evocación de otros significados.

Los tipos de comunicación celular los clasificamos de acuerdo al canal de difusión utilizado para llevar el mensaje y luego hacemos nos fijamos en los receptores:

- **Comunicación Celular**
  - **Comunicación Química**
    - **C. Paracrina**
    - **C. Autócrina**
    - **C. Hormonal**
  - **Comunicación Electroquímica**

La **Comunicación Química** es la comunicación celular que envía el mensaje a través de un canal químico, es decir, usa una molécula que viaja desde la célula o células emisoras hasta las receptoras. En cambio, en la **Comunicación Electroquímica** el mensaje usa dos canales de difusión en serie : primero una perturbación eléctrica en la membrana celular de las células nerviosas (el potencial de acción) y luego una molécula mensajera (el neurotransmisor)

Comunicación Paracrina

La comunicación paracrina (*para-* = a un lado, *cri-* = secretar = liberar un líquido e *-ina* = sustancia) es la comunicación celular de tipo químico que consiste en enviar una molécula mensajera a las células adyacentes. Los mensajeros de desplazan difundiendo de μm a mm desde la célula emisora hacia las receptoras a través del espacio intercelular. Ve la figura 26.

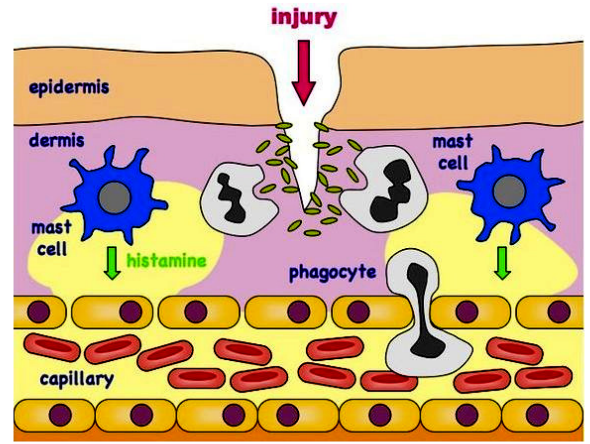


Fig. 26: Respuesta a una astilla enterrada por comunicación paracrina.

Un ejemplo de esta comunicación se da cuando una astilla se clava en tu piel y las bacterias invaden tu medio interno. Como recordarás cierto tiempo después de clavarse la astilla sientes los síntomas de una inflamación (calor, rubor, tumor y dolor, según Celso) fiebre local, enrojecimiento, inflamación y dolor. Una célula del sistema inmune el mastocito reacciona y libera histamina, una PMO que viaja hacia los vasos cercanos y les ordena a las células endoteliales que se despeguen un tanto, aumentando la permeabilidad. Así se sale plasma e inflama el tejido. Además de atraer fagocitos para que se coman a las bacterias. Fig. 26

La comunicación paracrina es universal, todas las células la llevan a cabo, incluso las de organismos unicelulares. Sólo que en este caso el mensajero químico se denomina **ecomona**, puesto que afecta el comportamiento de otras especies de la comunidad ecológica.

Comunicación Autocrina

La comunicación autocrina (auto- = por si mismo) es la comunicación celular de tipo ___________________ que consiste en liberar un mensajero químico que viaja por el espacio intercelular hacia la misma célula emisora. Esta comunicación es universal y tiene el fin de regular el nivel de emisión. Tu tienes experiencia en ello: Cuando entras a una discoteca de inmediato subes la voz o la bajas al entrar a un lugar silencioso.



Comunicación Endocrina (Hormonal)

La comunicación endocrina (*endo-* = dentro, *cri-* = secretar e *-ina* = sustancia) es la comunicación ______ de tipo químico que consiste en secretar moléculas mensajeras hacia el medio interno (hormonas) que llegan a sus células receptoras (blanco, se dice en biología) transportadas en sangre, linfa o savia. Ve la Fig. 28

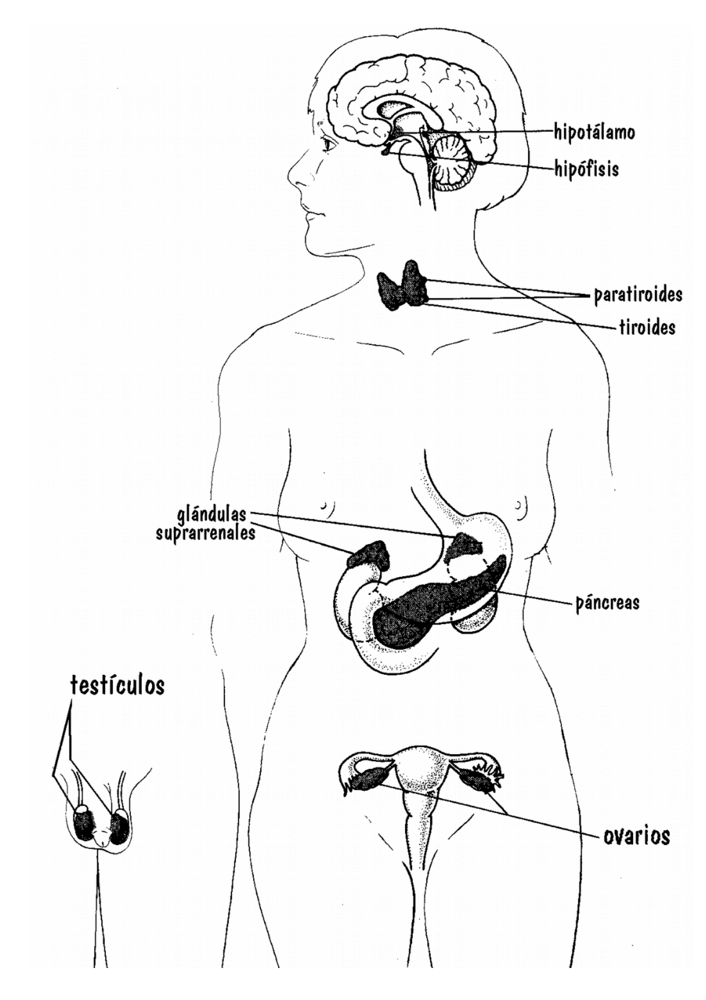


Fig. 27: Glándulas principales del Sistema endocrino de mamíferos. Anota las hormonas generadas por las glándulas

Las células emisoras en la comunicación hormonal suelen estar agrupadas en tejidos u órganos llamadas **Glándulas endocrinas** (*gland-* = bellota, *-ula* = pequeña).* CG4c: Si se habla de glándulas endocrinas, entonces ¿habrá otro tipo de glándulas? ____ ¿cómo se llamarán? ________________ ________________ y ¿qué hacen? ______________________________

____.

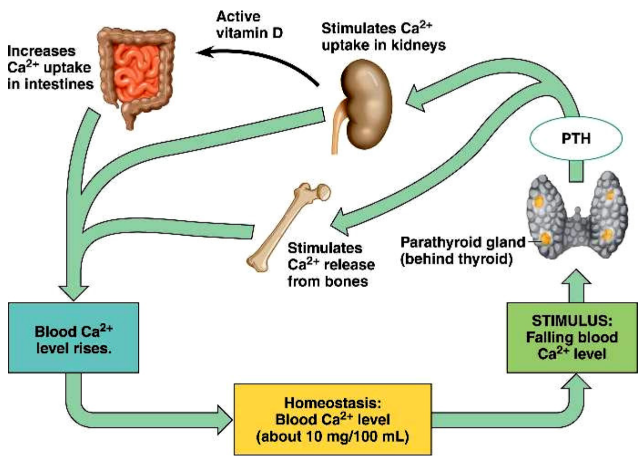


Fig. 28: Ejemplo de comunicación endocrina. Cuando la paratiroides registra Calcemia (calc- = calcio y -emia = sangre) baja envía a la paratohormona a sus órganos diana para ordenarles que funcionen compensatoriamente.

Al conjunto disperso de glándulas endocrinas en los animales se suele denominar **Sistema Endocrino**. El número de glándulas descubiertas ha crecido hasta el punto, que se puede suponer que casi cada órgano se comunica hormonalmente con otras partes del cuerpo. Sin embargo, las glándulas que lo constituyen tradicionalmente se reduce a las glándulas...

- Hipófisis
- Pineal
- Tiroides
- Paratiroides
- Timo
- Páncreas
- Suprarrenales
- Gónadas (ovarios y testículos)

El sistema endocrino tiene un funcionamiento jerárquico. La hipófisis es la glándula maestra, sus múltiples hormonas controlan el funcionamiento de la tiroides, suprarrenales, gónadas, etc. Luego, éstas controlan a sus órganos y tejidos blanco. Ve la figura 29.

Glándula	Hormonas	Órganos Diana
Hipófisis	GH	
	ACTH	
	TSH	
	FSH	
	LH	
	PRL	
	Vasopresina	
	Oxitocina	
Pineal	Melatonina	
Tiroides	Tiroxina (T_4, T_3)	
	Calcitonina	
Paratiroides	Paratohormona	
Timo	Timosina	
Páncreas	Insulina	
	Glucagon	
	Somatostatina	
Corteza Suprarrenal	Minralcorticoides	
	Glucocorticoides	
Médula Suprarrenal	Adrenalina	
	Noradrenalina	
Ovario	Estrógenos	
	Progesterona	
Testículos	Testosterona	

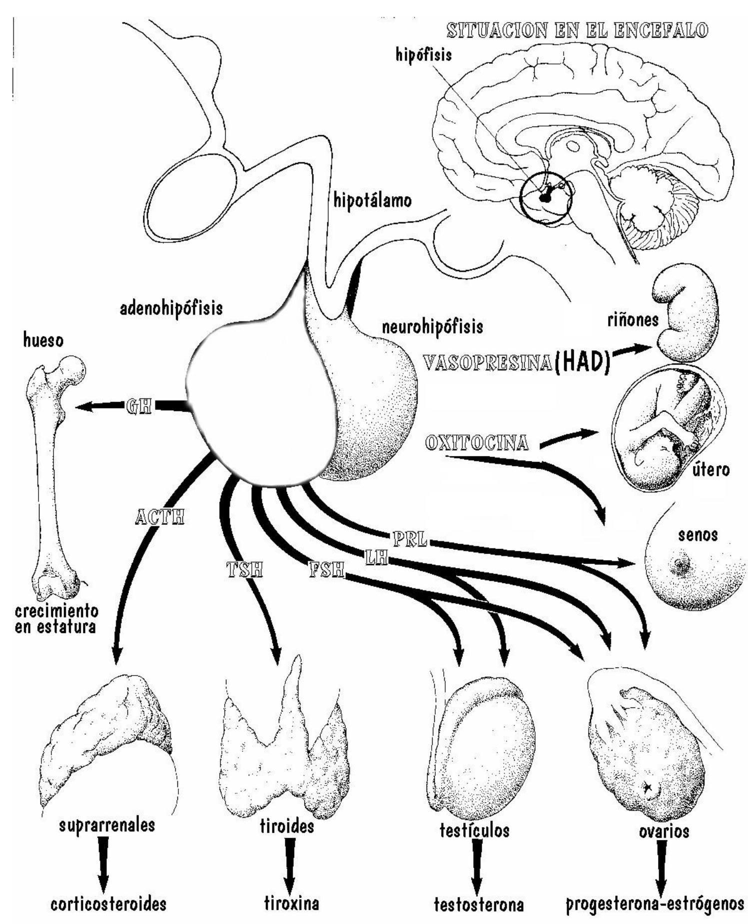


Fig. 29: Hormonas y órganos blanco de la Hipófisis.

En la tabla de la página anterior se listan las glándulas endocrinas tradicionales y sus hormonas. CG5f: Investiga los órganos diana y su efecto en éstos (pega una solapa para contener a la cuarta columna llamada “Efectos”.

Pero como ya lo habíamos comentado muchos órganos y tejidos de hecho producen hormonas que liberan al torrente circulatorio para influir sobre el comportamiento de otros órganos. Como la muy importante eritropoyetina elaborada por el riñón que estimula la producción de eritrocitos. Otros ejemplos:

Órgano	Hormona
Corazón	Péptido natriurético auricular
Tejido adiposo	Leptina
Riñón	
Estómago	Gastrina
Intestino	Secretina
	Colecistocinina
Piel	Calciferol

La comunicación endocrina ocurre unicamente en los organismos pluricelulares, es decir, las especies de los reinos ____________________ y ________________. Nota que las hormonas viajan por el torrente circulatorio a modo del equipaje en la cinta móvil. Vuelta tras vuelta hasta que su órgano blanco (el receptor) las toma ignorando a las demás como los pasajeros lo hacen con el equipaje ajeno en el aeropuerto.

Por otro lado, dado que las plantas son sésiles, para ellas carece de sentido tener respuestas rápidas. No pueden correr y escapar de las orugas o langostas que comen sus hojas. De ahí que sólo posean comunicaciones celulares de tipo químico.

Muchas funciones como la latencia de las semillas, activación y crecimiento de yemas, maduración de frutos, control de estomas, alargamiento de tallos, senescencia de hojas, producción de toxinas, defensa contra patógenos, etc. Son coordinadas por medio de hormonas que secretadas en pequeñas cantidades de manera más difusa que en animales y transportadas por la savia afectan la actividad en sitios lejanos. Algunos ejemplos se muestran en la tabla:

Hormona	Estructura Diana	Efecto
Citoquinina	Embrión, plántula	Germinación, crecim.
Auxina (ác. Indol-acético y PMO similares) AIA	Meristemo apical	Alargamiento de tallos, foto y gravitropismo
	Yemas laterales	Inhibición de crec.
Gibelerina	Flores y frutos,	Floración, reproduc.
Etileno	Frutos y hojas	Maduración, senesc.
Ác. abcísico (ABA)	Células guardianas de estomas, semillas	Cierre de estomas y latencia de semillas
Ác. salicílico	Hojas, tallos	Defensa vs patógen.

Comunicación Electroquímica (Nerviosa)

Semana 6

Este es el tipo de comunicación de aparición más reciente. Aquí el mensaje viaja transportado tanto por una sustancia como por una perturbación eléctrica de la membrana de las neuronas. Un dibujo muy esquemático de una neurona está en la Fig. 30.

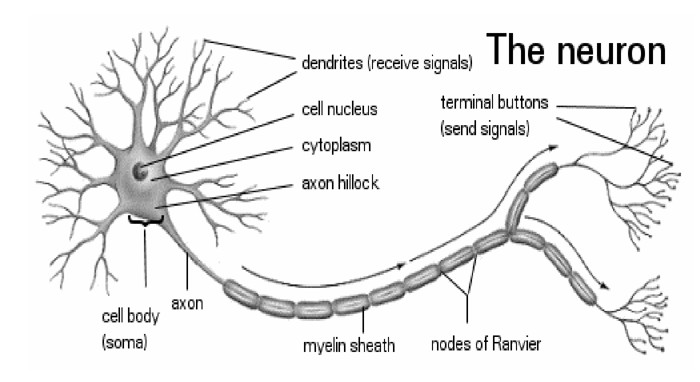


Fig. 30: Dibujo esquemático de una neurona, unidad del Sist. Nerv.

Ilumina, en la Fig. 30, de azul a la membrana, de amarillo al citoplasma y de rojo al núcleo celular de la neurona. (18) ¿Cómo se llama la porción que contiene al núcleo y a la mayor parte del citoplasma? ________.(19)

Cada neurona tiene dos tipos de ramificaciones, unas encargadas de recibir mensajes y otras de emitirlos. ¿Cómo se llaman las prolongaciones celulares más cortas? ___________________. ¿Y la más larga? _________________________ (20)

A lo largo de la membrana de una neurona el mensaje viaja desde (analiza la Fig. 31, deduce y elige):

3. De las terminales nerviosas a las dendritas. ( ).

- Desde las dendritas hacia las terminales nerviosas. ( ). (21)

En el dibujo de la comunicación nerviosa, Fig. 31. Ve como dos neuronas establecen contacto en una estructura llamada **sinapsis** (sin- = unir. En una sinapsis, como la representada allí, ¿las terminales nerviosas de una neurona tocan físicamente a las dendritas de otra? ______________________________. (22)

¡Claro! como puedes ver en la ampliación (lado inferior derecho), generalmente entre la neurona presináptica (*pre-* = antes) y la posináptica (*pos-* = después) existe un pequeño espacio que las separa denominado hendidura sináptica.

La información que viaja a lo largo de la neurona desde las dendritas hacia las terminales nerviosas del axón tiene que saltar dicho espacio. Eso lo logra por medio de un mensajero químico que difunde hacia la célula receptora al ser liberado por la primer neurona cuando cada un impulso nervioso llega a la terminal. Ilumina, en la Fig. 31, de amarillo las neuronas presinápticas y de verde a las posinápticas. (23)

La comunicación nerviosa es muy específica, es como llevar el mensaje hasta la puerta del destinatario el cual es una célula nerviosa, glandular o muscular individual. La distancia que recorre el mensaje puede ser muy grande, desde mm a varios m por la vía eléctrica y de µm por el neurotransmisor al cruzar la sinapsis.

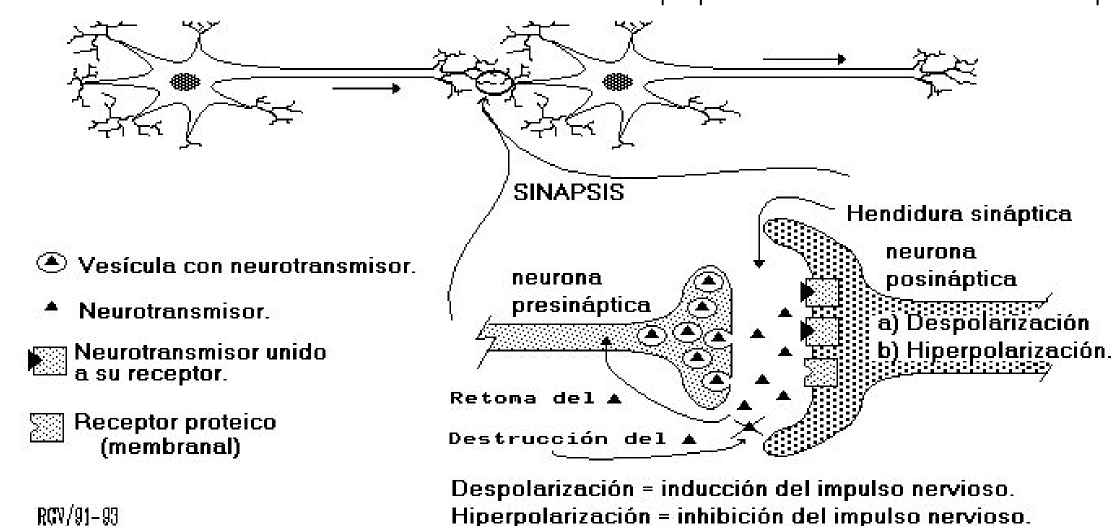
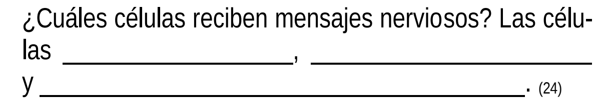


Fig. 31: Las información pasa de una neurona a otra por medio de moléculas que difunden por la hendidura sináptica (neurotransmisores).


¿Cuáles células reciben mensajes nerviosos? Las células ________________, ____________________ y ______________________________________. (24)

Cuando una señal viaja por la neurona se dice que un impulso nervioso recorre su membrana. Esta es una vía eléctrica, pero no es igual a un cable. Aquí no hay corriente eléctrica como ocurre en un cable telefónico; pero, si hay un cambio en el estado eléctrico de la membrana celular, la cual tiene sendos polos eléctricos en ambas caras. Ve la Fig. 32.

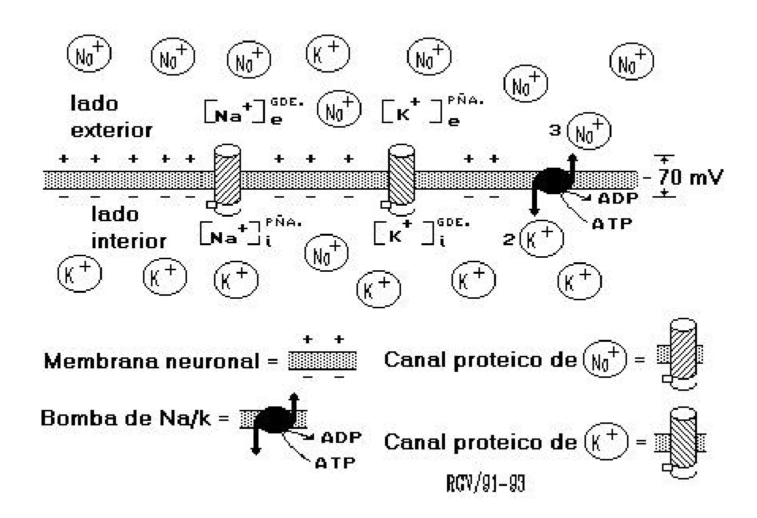


Fig. 32: Esquema de un segmento de la membrana neuronal.

En dicha figura, colorea de naranja a la membrana, de azul a los iones K^+, de rojo a los iones Na^+ y de verde a la bomba de Na/K. ¿Cuál es la fuente de energía de la bomba? El nucleótido llamado ________________. (25)

¿Qué voltaje tiene una pila «AA»? ____Volts. Una pila descargada tiene menos, apenas -0.7 V (voltios). En cambio a través de la membrana neuronal hay un voltaje de unos -70 mV (mili-voltios). ¿Cuántas veces es más pequeño el voltaje transmembranal qué el voltaje de la pila usada? ________________ veces. (26)

¡Si!, el voltaje es de apenas un 1/10. Esa diferencia de potencial es generada por una proteína llamada **Bomba de Na-K**, la cual gasta la energía química del **ATP** para sacar iónes sodio y meter iones potasio. Como la bomba saca 3 Na^+ y mete 2 K^+, al final hay más cargas «**+**» afuera que adentro de la neurona y más «**-**» dentro ya que las macromoléculas tienden a tener más cargas negativas.

Esa diferencia de cargas es el **potencial de reposo** (el voltaje cuando no hay impulso nervioso. [11]

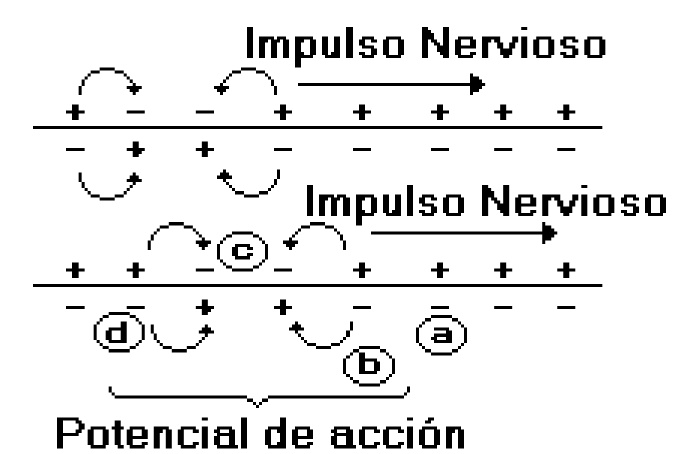


Fig. 33: Esquema de una porción de la membrana neuronal a 2 tiempos separados por unos mseg. Se muestran las cargas de los dos polos. Resalta de naranja la membrana.

En cambio cuando un impulso nervioso recorre el largo de la neurona, en cada porción de ésta, el voltaje sufre cambios en cuestión de milisegundos, esos cambios se denominan **potencial de acción**. Fig. 33 y 34.

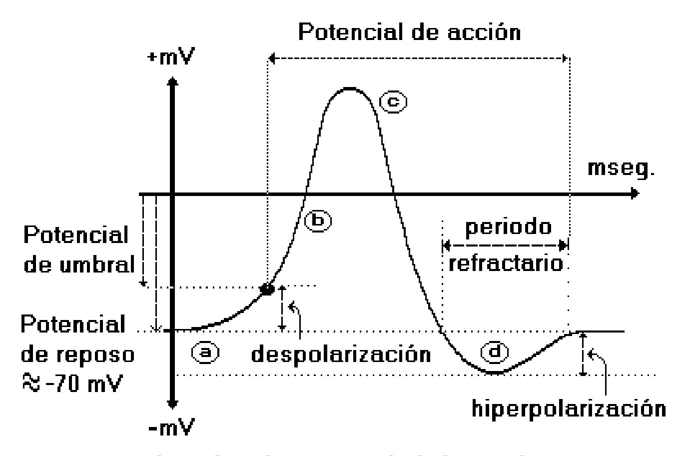


Fig. 34: Cambios de voltaje a través de la membrana neuronal al pasar un Potencial de acción.

El **potencial de acción** es la inversión de cargas transmembranales. En el estado de reposo el lado exterior tiene cargas positivas y el interior negativas (Fig. 32).

Completa lo que sigue, ve la Fig. 33 y 34. Cuando se dispara el potencial de acción el exterior celular se hace ______________________ y en el citosol se acumulan cargas ________________________. (27)

¿Cuántas porciones de membrana están representadas en la figura 33? _________________________-

11 La palabra «potencial» es sinónima de la palabra «voltaje». La primera es la forma elegante mientras que la segunda es la forma vulgar del concepto.

El potencial de acción resulta de cambios de permeabilidad de la membrana. Por lo general, ésta, es impermeable a los iones, pero como la bomba saca **Na^+** y mete **K^+**, entonces hay mayor concentración de sodio afuera que adentro y menos potasio afuera que en el interior. De ese modo se forma un voltaje donde el polo negativo se encuentra adentro de la célula (potencial de reposo). Este estado está representado en la Fig. 32, 33 y 34 con el inciso «a».

Ese voltaje significa que existe la tendencia de los iones **Na^+** de entrar a la neurona y de los iones **K^+** de salir. Pero la membrana celular les impide el paso, a menos que las proteínas membranales **Canal de Na^+** y **Canal de K^+** abran su puerta y les permitan pasar. [12]

Estos canales están controlados por voltaje, es decir cuando el voltaje llega a cierto valor propio de cada uno de ellos, éstos se abren y permiten el paso de su ión.

Así pues, cuando el voltaje transmembranal se hace menos negativo, es decir, se despolariza y alcanza cierto valor de voltaje que se llama **potencial de umbral**; entonces el canal de Na^+ se abre y como hay más sodio afuera que adentro, éste entra. Al entrar cargas positivas, el voltaje se hace aún menos negativo tendiendo a convertirse en positivo. Esto está representado en la Fig. 35 y con el inciso «b» en las figuras 33 y 34.

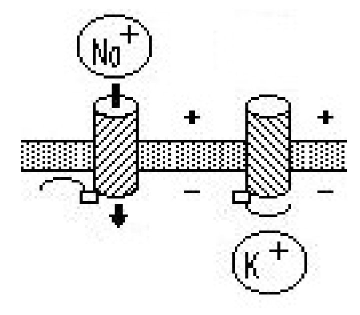


Fig. 35: Primero se abre el canal de Na.

Al invertirse la polaridad en esa porción de la membrana, el canal de **K^+** se abre y deja salir a los iones potasio. Dicha salida contrarresta la entrada de sodio y el voltaje tiende a regresar al estado de reposo volviendo a ser negativo. Esto está representado en la Fig. 36 y con el inciso «c» en las fig. 33 y 34.

12 Existen otros canales importantes que funcionan en las estructuras que reciben a los estímulos, por ejemplo: el canal de **Ca^{2+}**.

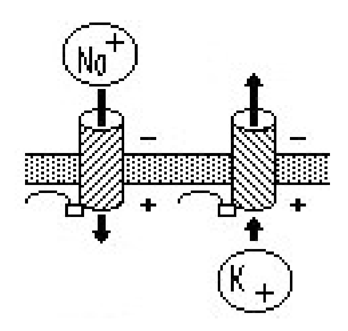


Fig. 36: Luego también se abre el canal de potasio.

Luego se cierra el canal de sodio; mientras el canal de potasio permanece abierto. Así pues, continúan saliendo cargas positivas y el voltaje transmembranal se hace incluso más negativo que el potencial de reposo (hiperpolarización). Ve la Fig. 37 y el inciso «d» de las figuras 33 y 34.

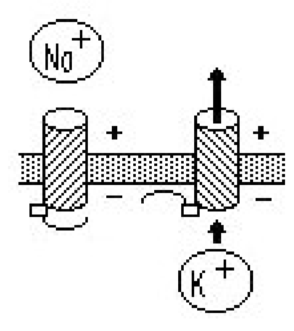


Fig. 37: Finalmente se cierra el canal de sodio y el canal de potasio lo hace poco después.

Poco más tarde, el canal de potasio se cierra y el voltaje retorna lentamente al valor de reposo. Ve la Fig. 32 e inciso «d» de las figuras 33 y 34.

El retorno al potencial de reposo lo causa una ligera despolarización provocada por la tendencia de las cargas eléctricas de moverse lateralmente para neutralizar la inversión de cargas de la porción adyacente donde ya ocurrió el potencial de acción (inciso «c»).

Esa despolarización no alcanza el valor del potencial de umbral y por lo tanto no dispara el potencial de acción en la porción anterior de membrana durante un periodo de tiempo de algunos milisegundos.

A ese periodo de tiempo durante el cual la membrana nerviosa es incapaz de disparar un nuevo potencial de acción, aunque se le despolarice, se le denomina **Periodo Refractario**.

La existencia del periodo refractario hace que las neuronas sólo conduzcan el impulso nervioso en una dirección: de las dendritas a las terminales nerviosas.

Así pues, el impulso nervioso no es una corriente eléctrica en un cable telefónico sino sólo una inversión de cargas trans-membranales que se propaga lateral-mente a lo largo de las neuronas. Desde las dendritas, por el soma y el axón, hasta las terminales nerviosas. Ve la Fig. 33. Resalta con un marcatextos las cargas invertidas que representan al potencial de acción en los 2 instantes. (31)

Por razones físicas el impulso nervioso contínuo es muy lento. La evolución de los animales seleccionó las respuestas conductuales rápidas basada en el impulso nerviosos saltatorio. Los nervios de conducción rápida tienen axones cubiertos de mielina. Ve la Figura 30.

La cubierta de mielina aisla sectores de la membrana permitiendo el potencial de acción sólo en los nodos de Ranvier (donde no hay mielina). De nodo a nodo la electricidad se mueve por los electrolitos del líquido intercelular. Ve la figura 38.

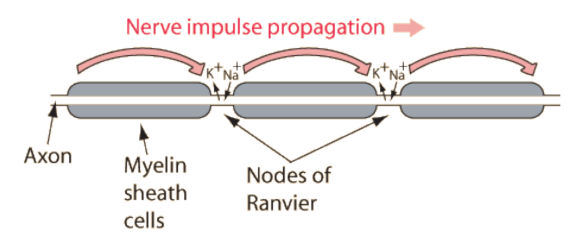


Fig. 38: Impulso nervioso saltatorio.

El arco reflejo y el Sistema Nervioso

Ahora bien, en los metazoarios las neuronas forman circuitos muy complejos, donde cada neurona puede perfectamente tener 1,000 y hasta 10,000 sinápsis. Si tomas en cuenta que un animal tiene desde 10^4 hasta 10^{11} neuronas, notarás la enorme complejidad de los circuitos. De éste modo el número de arreglos (co-nexiones) posibles es muchísimo muy superior al total de protones y cualesquier otra partícula de todo el Universo. De allí que el número de circuitos nerviosos existentes no es más que un subconjunto muy pequeño de los posibles.

Con todo, los sistemas nerviosos tienen una base es-tructural común, un circuito elemental denominado **Arco reflejo**, la cual permite que estos sistemas realicen sus funciones principales: la irritabilidad y la homeostasis. Ve la fig. 39.

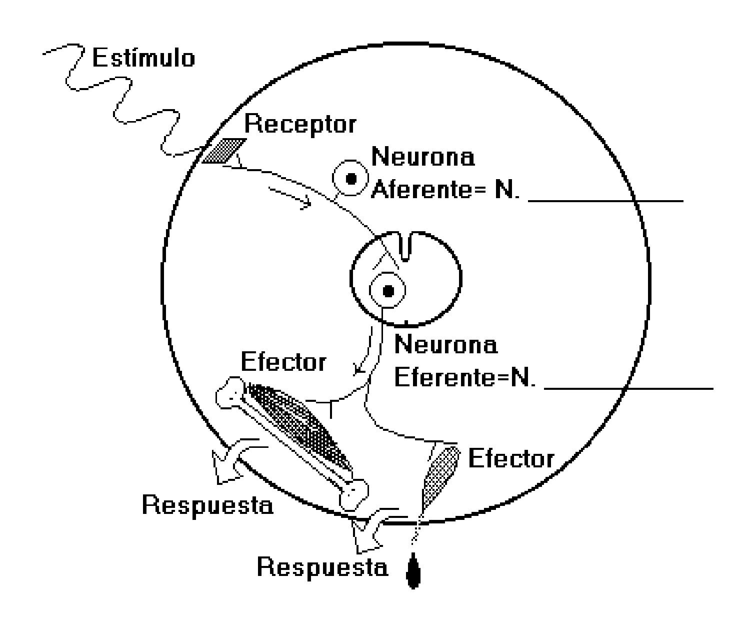


Fig. 39: Esquema del corte transversal de un cordado. Se muestra el Arco reflejo.

El arco reflejo consta de dos neuronas conectadas en serie que interaccionan con una estructura especiali-zada en recibir, en captar estímulos de tipo específico, por un lado; y con otra estructura especializada en generar la respuesta. ¿Cómo se llamará la estructura que recibe el estímulo? ___________ (32) y ¿cómo la estructura que genera la respuesta? _____________. (33) Colorea, en la Fig. 39, de verde a la neurona afe-rente, de azul a la neurona eferente, de amarillo a la sinápsis que hay entre ellas, de rojo al receptor y de café a los efectores. (34)

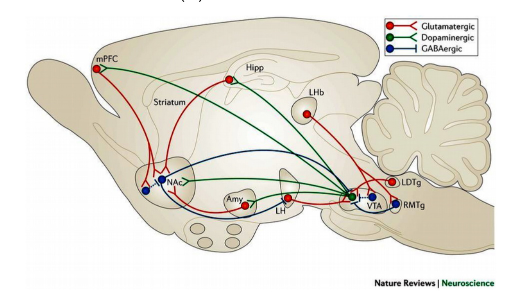


Fig. 40: Circuito de la recompensa en el cerebro de rata.

Como puedes observar en las figuras 39 y 41, la estructura especializada en transformar la energía del estímulo en información se llama **receptor**. Hay dos tipos de receptores:

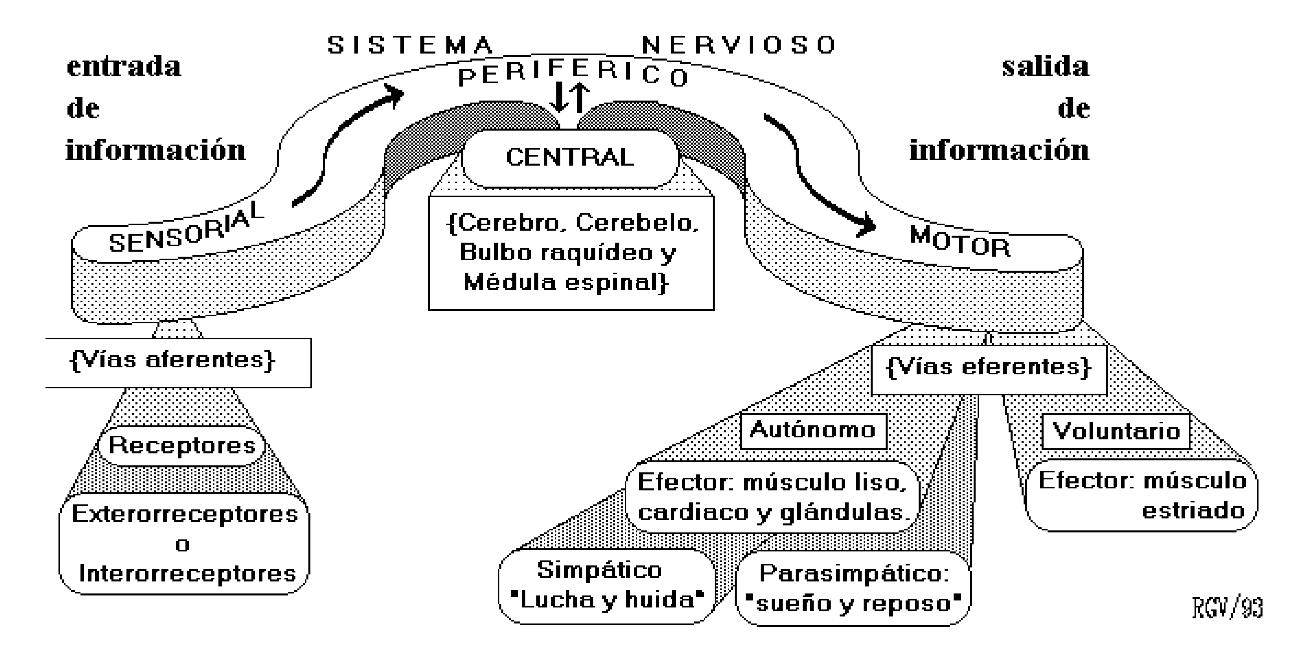


Fig. 41: Estructura del sistema Nervioso.

- **Los Exterorreceptores** que captan los estímulos externos, como por ejemplo, los ojos, los cuales son los receptores del estímulo llamado luz.
- **Los interorreceptores** también llamados **Propioceptores** que son las estructuras que captan los estímulos del propio medio interno.

Escribe 7 ejemplos de receptores sensoriales:

- ____________________________________.
- ____________________________________.
- ____________________________________.
- ____________________________________.
- ____________________________________.
- ____________________________________.
- ___________________________________. (35)

Nota que cada receptor está unido a una **neurona aferente**, es decir, la neurona que lleva la señal por vía electroquímica hacia el centro del sistema nervioso y hace conexión con una segunda neurona denominada **neurona eferente** (*e-* = exterior y *fer-* = llevar), precisamente por ser ella la que lleva el mensaje hacia la periferia. En donde hace conexión con los **efectores** (las estructuras encargadas de generar respuestas).

Existen dos tipos de efectores:

1. **Los músculos** (Liso, estriado y cardiaco) que son los órganos que llevan a cabo las respuestas motoras a los estímulos recibidos.
2. **Las glándulas** (endocrinas y exocrinas) que son las estructuras que llevan a cabo la respuesta de secretar sustancias hacia el medio interno o externo, tanto mensajeras como ligadas a otras funciones.

Escribe el otro nombre que reciben las neuronas del arco reflejo debido a que unas están conectadas con receptores sensoriales y las otras con efectores tales como músculos (los motores del organismo) y glándulas:

- Neurona aferente = ________________________.
- Neurona eferente = ______________________. (36)

Así pues, existe una trayectoria en forma de arco que relaciona los estímulos con las respuestas. Todo el sistema nervioso está construido bajo ese esquema, con la diferencia de que entre las neuronas sensoriales y las motoras tenemos un número, a veces muy grande, de **interneuronas** conectadas en complejos circuitos. Que procesan la información de entrada y generan salidas (las respuestas). Ve la figura 40 para un ejemplo, por supuesto no entraremos en detalles.

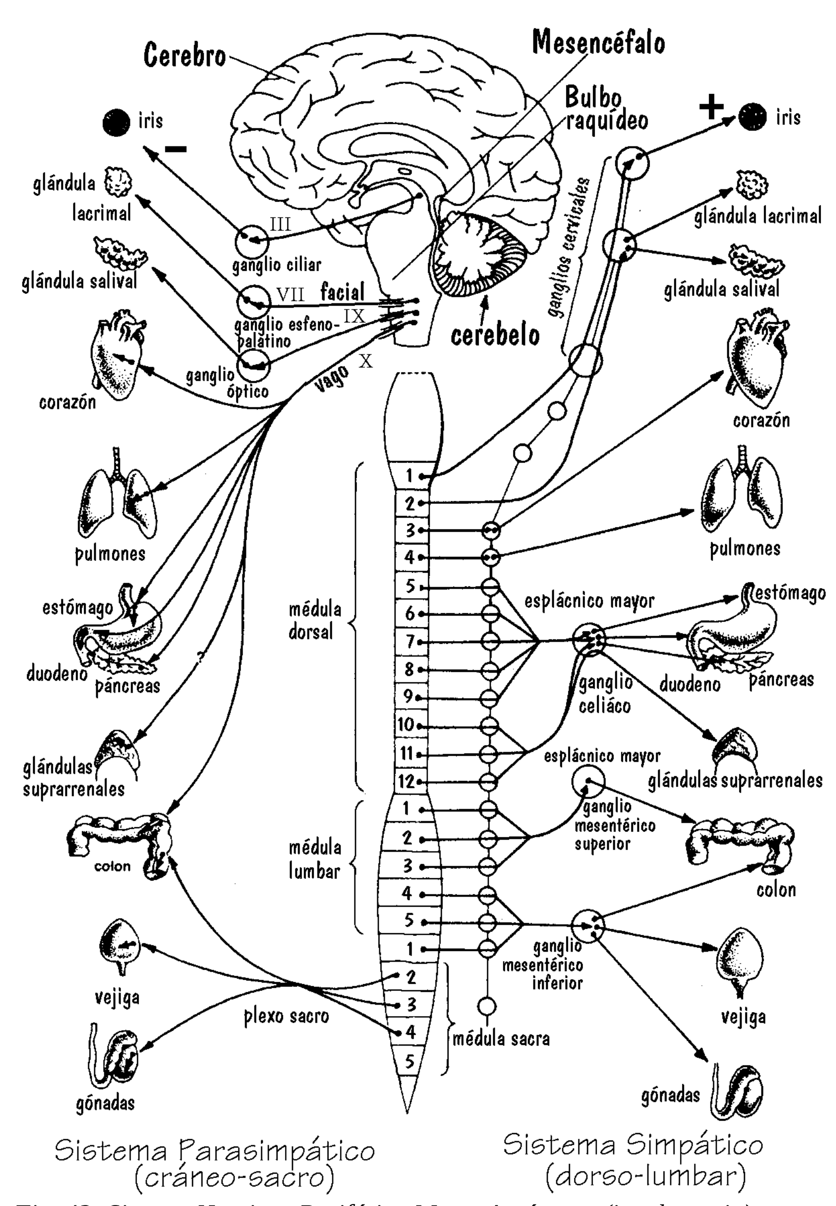


Fig. 42: Sistema Nervioso Periférico Motor Autónomo (involuntario)

El diseño del Sistema nervioso recuerda al del arco reflejo. Hay estructuras periféricas relacionadas con receptores que llevan información a una porción central encargada de procesar los datos sensoriales y otras estructuras periféricas conectadas con los efectores glandulares o motores.

Analiza la Fig. 41 e ilumina de azul las estructuras que introducen información, de amarillo las que la procesan y de rojo las que sacan información. También subraya el nombre de las estructuras orgánicas que lleva a cabo esas funciones. (37)

En los animales cordados como nosotros, el sistema nervioso es un tubo dorsal engrosado cefálicamente del cual salen y entran haces de axones llamados **nervios**. La figura 42 muestra los nervios del sistema nervioso motor autónomo.

Marca de naranja los nervios del simpático y de verde los del parasimpático. Investiga[13] y escribe si el nervio inhibe o excita a cada efector bajo las órdenes del simpático y del parasimpático. Sigue el ejemplo. El nervio parasimpático ordena al iris cerrarse (-), mientras que la señal del nervio simpático manda abrir más la pupila (+). (38)

13 Usa cualquiera de los libros citados en la Bibliografía .

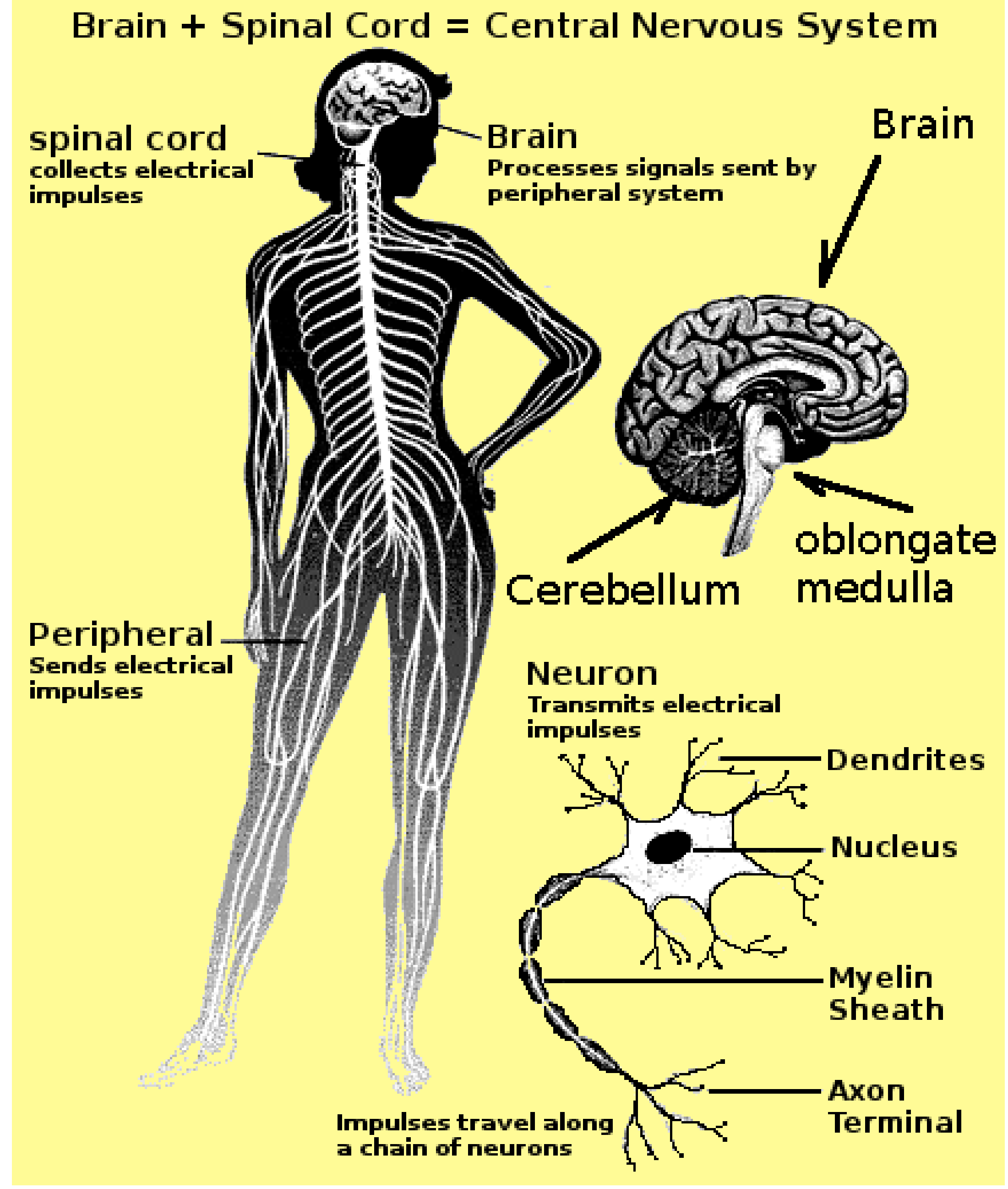


Fig. 43: Sistema Nervioso Humano. Colorea de rojo el cerebro, de azul al cerebelo, de naranja al bulbo raquídeo (médula oblongada) y de amarillo a la médula espinal.

Sistema Nervioso Central

Vamos a mencionar algo más sobre el sistema nervioso central humano. Es una estructura sumamente compleja conformada por unos 100 mil millones de neuronas asistidas por otras tantas células gliales. Donde se procesa información para diferentes fines conscientes e inconscientes (automáticos).

El cerebro se encarga de las funciones cognitivas (*co-* = junto y *gnit-* = conocer) como el razonamiento, memoria, lenguaje, volición, etc. El cerebelo controla la motricidad bajo las órdenes de la corteza motora cerebral. El bulbo raquídeo controla funciones vitales como la ventilación y la contracción cardíaca y la médula espinal se encarga de los reflejos en el tronco y las extremidades.

La otra parte del Sistema Nervioso se llama Sistema Nervioso Periférico (*peri-* = alrededor, *fer-* = llevar y el gramema *-ia* = cualidad o acción). Está formado mayormente por haces de axones provenientes de neuronas centrales (cerebro, cerebelo, bulbo raquídeo y médula espinal) y también por neuronas agrupadas fuera del sistema nervioso central, los ganglios (*gang-* = nudo).

El sistema nervioso periférico tiene varias subdivisiones de acuerdo a su función, a saber Sistema Nervioso periférico...

- Sensorial (*sens-* = sentir), SNPS
- Motor (*mot-* = movimiento y *-or* = el que hace), SNPM
  - Motor Voluntario o Somático (*volun-* = voluntad y *soma-* = cuerpo), SNPMV
  - Motor Autónomo o Visceral (*auton-* = autonomía = independencia y visc- = víscera = órgano abdominal), SNPMA
    - Motor Autónomo Simpático (*sim-* = junto, *pat--* = sentir, padecer), SNPMAS
    - Motor Autónomo (*para-* = a un lado), SNPMAP

Sistema Nervioso Sensorial

Es porción del sistema nervioso se encarga de llevar información hacia la porción central. Está formado por nervios que se originan centralmente (12 pares craneales y un par de cada vértebra). Inervan todos los tejidos y órganos recogiendo información.

Sistema Nervioso Motor

La porción no sensorial del sistema nervioso periférico se denomina motora porque conecta con los motores del cuerpo, los músculos y también con todas glándulas. Así la porción motora lleva las órdenes generadas centralmente de como contraer cada músculo y cuánta secreción producir en las glándulas en cada momento. Estas órdenes pueden ser voluntarias o inconscientes sin que nos demos cuenta y automáticamente.

Sistema Motor Voluntario (somático)

Los nervios motores voluntarios conectas con los músculos estriados denominados así, por las estrías reconocibles en ellos. Estos músculos responden a nuestra voluntad y son necesarios para nuestra movilidad y conducta de nuestro ser como un todo. Figura 43

Sistema Nervioso Autónomo o Visceral

Esta porción del sistema nervioso inerva órganos abdominales que poseen músculo liso o cardíaco. Envía órdenes automáticas e inconscientes que aumentan la intensidad de su función o la disminuyen. También las glándulas exocrinas y endocrinas responden a estos nervios. Figura 42.

El SNA son dos conjuntos de nervios motores que corren paralelos e inervan las mismas estructuras. Ambos son antagónicos en sus efectos. Se llaman Sistema Simpático por motivos históricos y Sistema parasimpático, pues éste último corre paralelo al primero. Los nervios del Simpático salen de la columna vertebral (vértebras dorso-lumbares) y los del Parasimpático salen del cráneo y vértebras sacras.

Por ejemplo: Mientras que un nervio del simpático que sale a nivel de la primera vértebra dorsal (*dors-* = espalda) llega a los músculos del Iris provocando que aumente el diámetro de la pupila; un nervio parasimpático (el tercero craneal) inerva los mismos músculos pero achica la pupila.

Las respuestas del SNA Simpático y Parasimpático responden a dos situaciones opuestas, la de lucha y huida por un lado y la de reposo-sueño, por el otro.

En una situación de lucha o huida el cuerpo de un animal debe funcionar de un modo óptimo para vencer en la lucha o para escapar de la muerte. Así el SNA Simpático ordena mejorar la visión dilatando la pupila, el aporte de O_2 a los músculos aumentando la ventilación y el pulso cardíaco. Además detiene la función intestinal y vacía de sangre los vasos de la piel (por eso palidecemos) para evitar hemorragias mortales.

En la situación de reposo y sueño el SNA Parasimpático coordina las funciones corporales adecuadas para dormir. Así reduce la entrada de estímulos visuales reduciendo las pupilas, baja el pulso y la frecuencia ventilatoria. Se activa la motilidad del tubo digestivo y la piel se muestra rosada, pues sus vasos se dilatan llenándose de sangre.

Bibliografía recomendada

1. Purves, W. K.; D Sadava; G. H. Orians y H. C. Heller (2001) **Vida, La ciencia de la Biología** trad. De la 6ª Ed.. *Ed. Médica Panamericana*, Madrid, 2003, 1133 pag.
2. Curtis, Helena (1983) **Biología**, 4ª ed. Panamericana, Méx., 1255 pp Fried, George H. (1990) **Biología**, 6ª ed. McGraw-Hil, Méx., 430 pp.
3. Sherman, I. W y Sherman, V. G. (1983) **Biología**, 3ª ed. McGraw-Hill, Méx., 704 pp.